



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Química

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL,  
ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO “LA PERSEVERANCIA”**

**Grissel Marissa Navichoque Méndez**

Asesorado por la Inga. Carla Gordillo de Marchena

Guatemala, abril de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL,  
ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO “LA PERSEVERANCIA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**GRISSEL MARISSA NAVICHOQUE MÉNDEZ**

ASESORADO POR LA INGA. CARLA GORDILLO DE MARCHENA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA AMBIENTAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. María Alejandra Má Villatoro
EXAMINADOR	Ing. Juan Carlos Fuentes Montepeque
EXAMINADOR	Ing. Víctor Herbert de León Morales
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

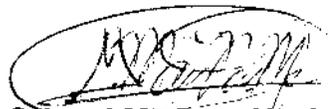


## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL,  
ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO "LA PERSEVERANCIA"**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 13 de agosto de 2012



**Grissel Marissa Navichoque Méndez**



Guatemala. 29 de enero de 2013.

**Ingeniero**  
**Víctor Manuel Monzón**  
**Director, Escuela de Ingeniería Química**  
**Facultad de Ingeniería**  
**USAC**

**Estimado Ingeniero Monzón:**

Por medio de la presente me dirijo a usted para desearle éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que he asesorado al estudiante **GRISSEL MARISSA NAVICHOQUE MÉNDEZ**, con número de carnet **2007-14576**, en su trabajo de graduación que lleva por título **FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL, ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO "LA PERSEVERANCIA"**

Luego de haber propuesto correcciones y el estudiante haberlas realizado, **APRUEBO** este trabajo de graduación para que el mismo sea sometido a su consideración y posteriormente a una aprobación final.

Atentamente,

  
Ing. Carla Gordillo de Marchena  
ASESORA







Guatemala, 07 de marzo de 2013  
 Ref. EI.Q.TG-IF.015.2013

Ingeniero  
**Víctor Manuel Monzón Valdez**  
 DIRECTOR  
 Escuela Ingeniería Química  
 Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-028-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Solicitado por la estudiante universitaria: **Grissel Marissa Navichoque Méndez**

Identificada con número de carné: **2007-14576**

Previo a optar al título de **INGENIERA AMBIENTAL**.

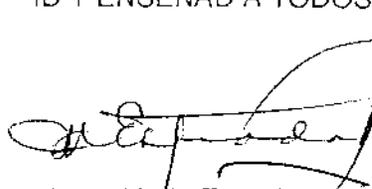
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL, ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO "LA PERSEVERANCIA"**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera: **Carla Gordillo de Marchena**.

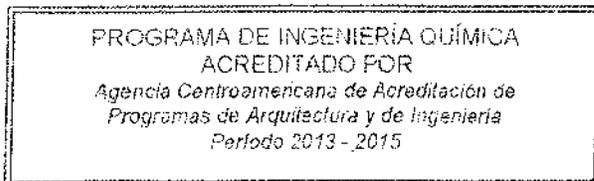
Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
 ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
 AREA TRABAJOS DE GRADUACION  
 FUSAC

Ing. Jorge Mario Estrada Asturias  
 COORDINADOR DE TERNA  
 Tribunal de Revisión  
 Trabajo de Graduación

C.c.: archivo







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Ref.EIQ.TG.093.2013

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la carrera de **Ingeniería Ambiental** de la estudiante, **GRISSEL MARISSA NAVICHOQUE MÉNDEZ** titulado: "**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL, ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO "LA PERSEVERANCIA"**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, abril 2013

Cc: Archivo  
VMMV/ale



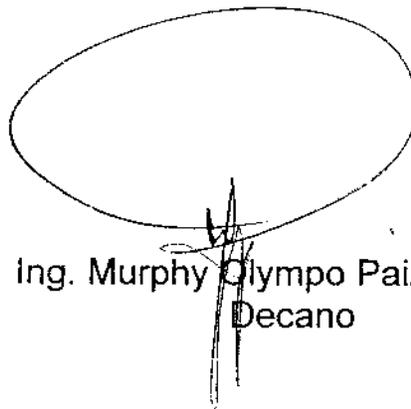


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.293.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE PAPEL ALUMINIO Y PLÁSTICO, PARA EL COLEGIO MIXTO CRISTIANO "LA PERSEVERANCIA"**, presentado por la estudiante universitaria **Grissel Marissa Navichoque Méndez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, abril de 2013



/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por otorgarme la vida, sabiduría y fuerza para alcanzar esta meta.
- Mis padres** Edgar Navichoque y Mirna Méndez, por su apoyo, amor, confianza y sabios consejos en todo momento de mi vida; los amo y admiro.
- Mis hermanos** Vinicio y Zulemy Navichoque, por su apoyo y cariño en mi vida y en mi carrera; los quiero mucho.
- Mi sobrino** Angel Vinicio Navichoque, siendo tan pequeño ocupa un lugar en mi corazón, que esta meta le sirva de ejemplo en su vida.
- Mis abuelos** Rosa Recinos (q.e.p.d.), Benedicto Méndez (q.e.p.d.) y María Estrada (q.e.p.d.), que Dios los tenga en su gloria; Dionicio, a quien aún tengo cerca, gracias a todos por su cariño.
- Mi bisabuela** Victoria, por mostrarme su incomparable amor a la vida.
- Mis tíos y primos** Gracias a todos por su cariño, consejos, su ayuda y apoyo incondicional.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de superarme profesionalmente.

**Facultad de Ingeniería**

Por abrirme sus puertas compartir sus conocimientos.

**Mi asesora**

Inga. Carla Gordillo, por su tiempo y sus consejos.

**Colegio Cristiano  
“La Perseverancia”**

Por otorgarme la oportunidad de llevar a cabo mi trabajo de graduación en sus instalaciones.

**Mis amigos**

Porque sin su apoyo y ayuda no estaría acá; gracias los quiero mucho.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. La gestión integral de los residuos sólidos .....	3
2.2. Tipos de residuos más importantes.....	6
2.3. Clasificación por tipo de manejo .....	7
2.4. Etapas de la gestión integral de los residuos .....	8
2.5. Minimización de los residuos.....	11
2.6. Las 3R .....	11
2.7. Legislación sobre desechos sólidos en Guatemala .....	13
3. DISEÑO METODOLÓGICO .....	17
3.1. Variables.....	17
3.2. Delimitación del campo de estudio .....	18
3.3. Recursos humanos disponibles.....	19
3.4. Recursos materiales disponibles .....	19
3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa .....	20
3.6. Recolección y ordenamiento de la información .....	21

3.6.1.	Entrevista .....	21
3.6.2.	Observación directa .....	22
3.6.3.	Recolección datos de volumen y peso .....	23
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	31
3.8.	Análisis estadístico.....	36
3.8.1.	Cantidad de residuo generada por alumno (volumen) .....	36
3.8.2.	Cantidad de residuo generada por alumno (peso) .....	37
3.8.3.	Producción <i>per cápita</i> (PPC) .....	38
3.8.4.	Porcentaje de producción de residuos .....	41
4.	RESULTADOS.....	43
4.1.	Clasificación de los residuos sólidos .....	43
4.1.1.	Volumen de los residuos .....	43
4.1.2.	Peso de los residuos .....	44
4.1.3.	Porcentaje de volumen.....	45
4.1.4.	Porcentaje de peso por tipo de residuo.....	46
4.2.	Caracterización de los residuos .....	47
4.3.	Plan de manejo adecuado de residuos sólidos de plástico, aluminio y papel .....	53
4.3.1.	Etapas de realización del plan.....	55
4.4.	Guía para reciclaje plástico .....	58
4.5.	Guía para reciclaje de aluminio .....	61
4.6.	Guía para reciclaje de papel.....	63
4.7.	Guía para el reciclaje de <i>tetra pack</i> .....	64
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	67

CONCLUSIONES .....	69
RECOMENDACIONES .....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	73
APÉNDICES .....	75



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización geográfica del campo de estudio.....	18
2.	Balanza utilizada para medición de peso.....	27
3.	Tipo de residuo vrs. volumen total.....	44
4.	Tipo de residuo vrs. peso total.....	45
5.	Porcentaje de volumen por tipo de residuo.....	46
6.	Porcentaje de peso por tipo de residuo.....	47
7.	Peso específico por tipo de residuo.....	48
8.	Tamaño de partícula por tipo de residuo.....	49
9.	Producción total anual en toneladas de residuos.....	50
10.	Volumen de <i>tetra pack</i> y material orgánico.....	52
11.	Peso de <i>tetra pack</i> y material orgánico.....	52
12.	Etapas de realización un plan de manejo de residuos.....	54

### TABLAS

I.	Legislación existente en Guatemala sobre desechos sólidos.....	14
II.	Volumen de muestras de residuos plástico.....	24
III.	Volumen de muestras de residuos aluminio.....	25
IV.	Volumen de muestras de residuos papel.....	25
V.	Volumen de residuos <i>tetra pack</i> .....	26
VI.	Peso de muestras de plástico.....	27
VII.	Peso de muestras de aluminio.....	28
VIII.	Peso de muestras de papel.....	28

IX.	Peso de muestras <i>tetra pack</i> .....	29
X.	Tamaño de muestras de residuos de plástico.....	30
XI.	Tamaño de muestra de residuos aluminio .....	30
XII.	Tamaño de muestra de residuos de papel.....	31
XIII.	Volumen total de residuos.....	32
XIV.	Peso total de residuos .....	33
XV.	Peso específico de los residuos.....	34
XVI.	Tamaño promedio de los residuos.....	35
XVII.	Tamaño de partículas .....	36
XVIII.	Cantidad de residuo generada por alumno (volumen) .....	38
XIX.	Cantidad de residuo generada por alumno (peso).....	38
XX.	Producción per cápita diaria.....	39
XXI.	Producción total diaria en las escuelas.....	40
XXII.	Producción total anual de residuos .....	40
XXIII.	Porcentaje de producción de volumen por tipo de residuo .....	41
XXIV.	Porcentaje de producción de peso por tipo de residuo .....	41
XXV.	Volumen de residuos de <i>tetra pack</i> y materia orgánica .....	51
XXVI.	Peso de residuos de <i>tetra pack</i> y materia orgánica .....	51
XXVII.	Plan de manejo de residuos.....	58
XXVIII.	Contenido de guía de manejo de residuos de plástico .....	60
XXIX.	Contenido de guía de manejo de residuos de aluminio .....	62
XXX.	Contenido de guía de manejo de residuos de papel.....	64
XXXI.	Contenido de guía de manejo de residuos de <i>tetra pack</i> .....	66

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg/alumno/día</b>	Kilogramo por alumno por día
<b>kg/m<sup>3</sup></b>	Kilogramo por metro cúbico
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>PPC</b>	Producción per cápita
<b>ton</b>	Tonelada



## GLOSARIO

<b>Plan de manejo</b>	Modelo sistemático que se elabora antes de realizar una acción.
<b>Reciclaje</b>	Proceso mediante el cual productos de desecho son nuevamente utilizados.
<b>Reducción</b>	Actividades de diseño, fabricación, compra o uso de materiales para reducir la cantidad de residuos.
<b>Residuo</b>	Objeto que tras ser utilizado, se desecha o bien puede ser reciclado para su reutilización.
<b>Reuso</b>	Práctica que previene o evita la generación de residuos sólidos.
<b>Reutilizar</b>	Utilizar de nuevo algo, dar una nueva utilidad a un producto que ya está desechado.



## RESUMEN

El manejo actual que se le da a los residuos sólidos dentro de las escuelas es de forma deficiente e inadecuada, por su disposición final, la cual daña el ambiente al no recibir un tratamiento previo al desecharlos.

La falta de personal capacitado para la prestación del servicio de recolección de basura, por la carencia de recursos financieros y una falta de conciencia ambiental de parte de la población, hace que el manejo de los residuos sea de forma deficiente.

Un plan de manejo adecuado de residuos sólidos: papel, aluminio y plástico para el Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”, se formula de acuerdo con la realidad económica, social y cultural, como una herramienta para mejorar el manejo de estos desechos; mejorando el sistema de control de los desechos se cambian las condiciones higiénicas, sanitarias, ambientales dentro de la escuela.

Para la formulación, primero se realiza un análisis de la escuela, se caracterizan los desechos y se determina el volumen de desechos de papel, aluminio y plástico que se generan.

Con base en lo determinado y al análisis realizado, se investiga qué métodos son los más adecuados para el manejo de estos desechos, para poder reusar y reciclar. Se elabora las guías de reciclaje de papel y una guía de manejo de plástico y aluminio. Al terminar estas guías, se formula el plan de manejo adecuado para la escuela.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Formular un plan apropiado de manejo de los residuos sólidos que se generan en una escuela primaria urbana, que sirva como modelo para la aplicación en otras escuelas; mediante la recuperación de los mismos, por medio del reciclaje, reuso y reducción de los residuos.

### **Específicos**

1. Clasificar los desechos sólidos que se producen en el Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”.
2. Caracterizar el papel, aluminio y plástico que se producen en Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”.
3. Elaborar una guía de residuos de papel para su reutilización y reciclaje en Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”.
4. Elaborar una guía de manejo residuos de aluminio generados en Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”.
5. Elaborar una guía de manejo de residuos de plástico para su aprovechamiento en Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”.



## INTRODUCCIÓN

Conforme se incrementa la producción de residuos sólidos, también crecen los problemas para su manejo adecuado, a tal grado que a veces resultan difíciles de atender conforme a la demanda de la sociedad, aún para las autoridades encargadas de prestar el servicio de limpieza pública. Estos problemas no son causados únicamente por la cantidad de los residuos generados, sino también por la carencia de recursos y sistemas apropiados para su tratamiento y disposición final.

La implementación de un plan de manejo adecuado comprende una metodología exhaustiva y bien ordenada que permite la utilización de los residuos, evitando que los mismos lleguen a ser focos de contaminación y puedan dañar la salud de los estudiantes y de la población en general.

Las técnicas que han dado resultado prometedoras para el manejo de los desechos, es el reciclaje y reuso de los desechos, en países en vías de desarrollo como Guatemala. Estos métodos, si se combinan con sistemas de reducción de generación de residuos, resultan los más adecuados para las condiciones del ambiente.



## 1. ANTECEDENTES

En Guatemala existen estudios realizados por personas individuales o grupos de investigadores, los cuales se describen a continuación:

- Nivel nacional: existen estudios relacionados con el manejo de los desechos sólidos, los más relevantes fueron:
  - Caracterización de los desechos sólidos del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso y propuesta para relleno sanitario, de Felipe Andrés Duarte Díaz, Guatemala: USAC, 2009.
  - El Decreto 74-96 y la insuficiente educación ambiental en el manejo de los desechos sólidos en el país, por Adolfo Mateo González Díaz, Guatemala: USAC, 2011.
  - El problema de la disposición de residuos sólidos en la ciudad de Guatemala, por Alma De León Maldonado. Guatemala: USAC, 1999.
  - Propuesta de un plan para el manejo de desechos sólidos y líquidos, producidos en una empresa de servicio de mantenimiento automotriz, trabajo de graduación de Luis Fernando Pineda Hernández. Guatemala: USAC, 2006.

Existen programas dentro de los planes de educación primaria, pero un estudio detallado que sirva como guía para el manejo de los residuos sólidos escolares, no está incluido dentro de los mismos. En Guatemala se han realizado estudios de manejo de desechos sólidos, pero a nivel desechos sólidos urbanos de poblaciones de ciudades. Dentro de los programas y propuestas de planes de manejo adecuado de los residuos sólidos se incluye una parte sobre residuos escolares, pero no como resultado de un estudio específico.

- Nivel regional: al igual que en Guatemala, se pueden encontrar estudios de Manejo de residuos sólidos municipales. Dentro de estos, la guía para la gestión del manejo de residuos sólidos municipales, enfoque: Centroamérica. Programa Ambiental Regional para Centroamérica PROARCA, 2003.
  
- Nivel Internacional
  - Programa de Educación Ambiental, Manejo de Residuos Sólidos Escolares. Colegio Polivalente Elisa Valdés. Sociedad Misionera de San Columbano.
  
  - Manejo Adecuado de Residuos Sólidos Escolares. Institución Educativa. John F. Kennedy, Colombia. 2008

Como se puede ver, en Guatemala no existen estudios específicos sobre la caracterización y manejo de residuos escolares.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. La gestión integral de los residuos sólidos

Un residuo lo que queda o resulta después de utilizar las cosas. Según el Banco Interamericano de Desarrollo (1997) residuo sólido es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene más función para la actividad que lo generó. Los residuos sólidos urbanos y/o industriales, representan la fracción no utilizable (o subutilizada) y rechazada de los recursos materiales movilizadas por el sofisticado ecosistema urbano y/o industrial.

La OCDE, Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, denomina "residuos" a aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no han alcanzado ningún valor económico en el contexto en que son producidas, o sea, aquello que su propietario desecha por no serle útil, comprendiendo, en el ámbito de la utilidad, una posible cesión rentable del producto.

“La generación de residuos sólidos es la cantidad de residuos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo determinado; los principales factores que influyen en ella, son la localización geográfica, la estación del año, la frecuencia de recolección, el alcance de las operaciones de recuperación y reciclaje, la legislación y las características y actitudes de la población.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Consejería del medio ambiente. p. 28.

La generación o producción de residuos sólidos se suele expresar en función de la producción total para un país o ciudad o la producción *per cápita* (PPC). La razón para medir las tasas de producción es la de obtener datos que se puedan usar para determinar la cantidad total de residuos a ser manejados.

Las medidas de las cantidades de residuos sólidos producidas se expresan en términos de peso y volumen. Generalmente se utiliza el peso como única base exacta para registros, debido a que se pueden medir directamente tonelajes, independientes del grado de compactación.

Además de la generación, también es importante estudiar la composición física de los residuos sólidos para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos y su distribución relativa, usualmente basados en porcentajes de peso.

El conocimiento sobre la composición y cantidad de residuos sólidos, generados por una población determinada, es la información fundamental utilizada en la evaluación de alternativas sobre las necesidades de equipos, sistemas, planes y programas de manejo, especialmente en lo que respecta a la implementación de opciones para la disposición y recuperación de materiales de los residuos.

La gestión integral de residuos sólidos tiene como meta gestionar los residuos sólidos de la sociedad de manera armónica con los problemas ambientales y de la salud pública, y la cabida del hombre en lo que es reuso y reciclaje de ciertos componentes de los residuos sólidos.

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos, de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética, y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas.

Dentro de un ámbito de la gestión de residuos sólidos, incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas, en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos.

Las soluciones pueden implicar relaciones interdisciplinarias complejas entre campos como la ciencia política, el urbanismo, la planificación regional, la geografía, la economía, la salud pública, la sociología, la demografía, las comunicaciones y la conservación, así como la ingeniería y la ciencia de los materiales.

En la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD-92) realizada en 1992, en Brasil, se estableció que el manejo de los residuos debe incluir la minimización en la producción, la separación, el reciclaje, la recolección, el tratamiento biológico, químico, físico o térmico y la disposición final adecuada.

También se reiteró, que cada país y cada ciudad deberá establecer sus programas para lograr lo anterior, de acuerdo con sus condiciones locales y sus capacidades económicas y sociales, de conformidad con las metas a corto y mediano plazo.

## 2.2. Tipos de residuos más importantes

- Residuos municipales: la generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población. En la década de los 60, la generación de residuos domiciliarios alcanzaba los 0,2 a 0,5 Kg/habitante/día; hoy en cambio, esta cifra se sitúa entre los 0,8 y 1,4 Kg/habitante/día. Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes *per cápita* de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.
- Residuos industriales: la cantidad de residuos que genera una industria es función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.
- Residuos mineros: los residuos mineros incluyen los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros.
- Residuos hospitalarios: actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto. El manejo de estos residuos es realizado a nivel de generador y no bajo un sistema descentralizado. A nivel de hospital, los residuos son generalmente esterilizados. La composición de los residuos hospitalarios varía desde el residuo tipo residencial y comercial a residuos de tipo médico, conteniendo sustancias peligrosas.

- Residuo médico: se entiende por residuo médico aquel que está compuesto por residuos generados como resultado de: tratamiento, diagnóstico o inmunización de humanos o animales, investigación en prueba de preparaciones medicas hechas de organismos vivos.

### **2.3. Clasificación por tipo de manejo**

Se puede clasificar un residuo por presentar alguna característica asociada a manejo que debe ser realizado, desde este punto de vista se pueden definir tres grandes grupos:

- Residuo peligroso: son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte, enfermedad; o que son peligrosos para la salud o el medio ambiente cuando son manejados en forma inapropiada.
- Residuo inerte: residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- Residuo no peligroso: ninguno de los anteriores.

En cuanto a la peligrosidad, los residuos se pueden clasificar en tres categorías, clases I, II y III.

- Clase I: (peligrosos). Presentan riesgo para la salud pública o medio ambiente, caracterizándose por tener una o más de las siguientes propiedades: inflamabilidad, corrosivo, reactividad, toxicidad y patógeno.

- Clase II: (no inertes). Pueden tener propiedades como: combustibilidad, biodegradabilidad o solubilidad; sin embargo, no se encuadran como residuos I o III.
- Clase III: (inertes). No tienen constituyente alguno solubilizado en concentración superior al patrón de potabilidad.

#### **2.4. Etapas de la gestión integral de los residuos**

La gestión integral comprende todas las etapas de la cadena de manejo:

- Generación
  - Separación
  - Almacenamiento temporal
  - Barrido de calles
  - Recolección y transporte
  - Tratamiento y disposición final
- 
- Generación: cualquier persona o institución cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una institución usualmente se vuelve generadora cuando sus actividades y procesos da como resultado un residuo o cuando no utiliza más un material.
  - Separación: es el proceso de agrupación de los residuos no seleccionados a través de medios manuales y/o mecánicos para transformar residuos heterogéneos en diferentes grupos relativamente homogéneos. Es recomendable hacer este proceso en la fuente de origen de los residuos y no en el vehículo de recolección o la estación de transferencia.

- Almacenamiento temporal: es la forma en que los residuos son acumulados durante un tiempo determinado antes de su recolección. Los recipientes utilizados para el almacenamiento temporal están en función del tipo de recolección a realizarse.
- Barrido de calles: existen dos formas de realizar el barrido de calles, de forma manual y mecánica. El barrido mecánico requiere de mano de obra calificada, buen estado físico de las calles y un servicio adecuado de mantenimiento. A diferencia del barrido manual, que es empleado en todo el país, a pesar de sus bajos rendimientos ya que sólo se limita a las principales calles.
- Recolección y transporte: es aquel medio que recoge el residuo y lo lleva a un sitio de transferencia, botadero a cielo abierto o disposición final.
- Tratamiento y disposición final: el tratamiento, incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes. Estos pueden ser: pre-tratamiento mecánico (trituration y compactación) tratamiento térmico (incineración, pirólisis y gasificación) tratamiento biológico (compostaje, lombricultura y digestión anaerobia o mecanización).

El plan facilita el desarrollo de un proceso de mejoramiento de la cobertura y calidad del sistema de gestión de residuos sólidos y ofrece, entre otros, los siguientes beneficios:

- Contribuye en la prevención de las enfermedades y en la mejora de la estética pública.

- Promueve y fomenta el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos.
- Mitiga los impactos ambientales negativos originados por el inadecuado manejo de residuos.
- Promueve la participación de la población e instituciones estatales y privadas en las iniciativas de mejoramiento del sistema de gestión de los residuos.
- Incrementa el nivel de educación ambiental en la población.
- Permite la instalación de estructuras gerenciales apropiadas para la gestión ambiental de los residuos.
- Complementariamente a los aspectos de minimización de la generación y de maximización del aprovechamiento, la GIRSU se diferencia de una “gestión no integrada” al proponer la segregación domiciliaria y la recolección diferenciada, como modo de mejorar la calidad y cantidad de los residuos utilizados en los procesos de aprovechamiento (reutilización y reciclado) y como forma de proporcionar la especificidad que necesitan los desechos sujetos a los distintos procesos de tratamiento.

Las etapas enumeradas corresponden a las diferentes instancias del “ciclo de los residuos” y forman parte de lo que comúnmente se denomina “componentes técnico operativos” de la gestión. En este sentido, el enfoque de la gestión integral obliga a encarar las soluciones a partir de una lógica transversal, esto es, considerando que cada etapa es consecuencia de las anteriores y constituye, a la vez, un condicionante para las siguientes.

La gestión incluye funciones gerenciales, administrativas y organizacionales, como también consideraciones legales, y de articulación y coordinación institucional. A estos aspectos se suman, a su vez, el necesario compromiso y participación de la comunidad y del sector empresario, con sus correspondientes interrelaciones.

## **2.5. Minimización de los residuos**

El aumento de la producción de residuos sólidos urbanos desencadenó un profundo debate respecto de la eliminación adecuada y, específicamente, de los métodos y tecnologías más apropiadas para lograrla. Sin duda, se trata de una tarea compleja que debe considerar a los diversos actores involucrados y contemplar las distintas etapas del proceso, desde la generación, pasando por la recolección, transporte y tratamiento, hasta la disposición final.

## **2.6. Las 3R**

Como fuera mencionado, la noción de las “3R” (reducir, reciclar y reutilizar), propuesta en el marco de la Organización de las Naciones Unidas, no solo permite minimizar la cantidad de residuos que se genera cotidianamente, sino también, maximizar su aprovechamiento.

“Reducir significa disminuir la cantidad de elementos que se desecharán y constituye la solución más auténtica para los problemas ambientales.” (Tchobanoglous, 1994). Este paso requiere de una significativa transformación en los modelos de producción y consumo: a nivel del fabricante, exige la introducción de mejoras tecnológicas que optimicen el diseño, manufactura y empaquetado de productos.

“Reutilizar es aprovechar los elementos que ya han sido usados pero que aún pueden emplearse en alguna actividad secundaria.” (Medina, 2011). Como es lógico, cuantos más objetos se reutilizan menos recursos se gastan y menos basura se produce. Tal es el caso de las hojas de papel que están escritas en una cara y son reutilizadas como borradores.

Reciclar alude al proceso por el cual los bienes fabricados, o los materiales utilizados para su fabricación, cuya vida útil terminó, son recuperados y nuevamente transformados en materiales o bienes útiles.

El procesamiento de los elementos recuperados, que permite obtener productos reciclados iguales a los originales o fabricar otros diferentes, reduce la explotación de los recursos no renovables, permite ahorrar insumos y energía y resulta menos agresivo para el ambiente.

La reutilización y el reciclaje pueden realizarse sobre los residuos domésticos y son procesos que incluyen, como alternativas óptimas, la separación en origen y la recolección diferenciada.

- Problemática de los desechos sólidos
  - Acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas
  - Desarrollo industrial
  - Cambios de hábitos de consumo
  - Búsqueda de mejor nivel de vida
  - Falta de conciencia de previsión y participación
  - Otros factores que generan contaminación del medio ambiente y deterioro de los recursos naturales

## **2.7. Legislación sobre desechos sólidos en Guatemala**

La Constitución Política de la República de Guatemala establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo económico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico; así como declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la nación.

El Código Civil establece que es prohibido arrojar basura en calles, sitios públicos y en fuentes de agua; las escuelas están obligadas en este artículo, a desechar de manera adecuada los residuos sólidos producidos dentro de las mismas.

En el artículo 12, de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, señala que se debe orientar los sistemas educativos, ambientales y culturales, hacia la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y la educación a todos los niveles para formar una conciencia ecológica en toda la población. Este artículo lo deben de cumplir las escuelas del país, para la formación de toda la población.

La forma de desechar los residuos de las escuelas urbanas es por un servicio municipal o privado de recolección de basura, el código municipal tiene la responsabilidad de realizar una buena gestión de los residuos, después de la recolección en las escuelas.

En el municipio de Guatemala existe el Reglamento de Manejo de Desechos Sólidos, el cual tiene como objetivo el cumplimiento de lo ordenado en la Constitución de la República y la Ley de Protección y Mejoramiento del

Medio Ambiente. Al igual que el Reglamento para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos Municipales, el Reglamento de Manejo de Desechos del Municipio de Guatemala, tiene como objetivo dar cumplimiento al Código de Salud y a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.

La política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, establece un manejo adecuado de los desechos sólidos del país.

En la tabla I se puede observar un resumen de la legislación existente en Guatemala sobre los desechos sólidos.

**Tabla I. Legislación existente en Guatemala sobre desechos sólidos**

Ley	Decreto / acuerdo	Responsable de su aplicación	Contenido
Código Civil	Decreto ley 106 del Congreso de la República	De observancia general	Sanciona por arrojar basura, animales muertos, sustancias fétidas, insalubres o peligrosas o escombros en las calles, sitios públicos, fuentes o abrevaderos.
Ley de protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	Decreto 68-86 del 19 de diciembre de 1986	MARN	Exige las evaluaciones de impacto ambiental para las actividades productivas y vela por la calidad ambiental a nivel nacional.
Código municipal	Decreto 12-2002 del 9 de mayo de 2002	Municipalidades del país	Asigna la principal responsabilidad por la buena gestión de los desechos sólidos a las municipalidades.

Continuación de la tabla I.

Consejo Nacional para el Manejo de los Desechos Sólidos (CONADES)	Acuerdo gubernativo 700-97, del 10 de septiembre de 1997	MARN, MSP, INFOM, ANAM, CACIF, ERIS USAC, INGUAT, AMSA Y SEGEPLAN	Comisión interinstitucional de carácter asesor del ministerio en materia de gestión de desechos sólidos.
Decreto 1004 del Congreso de la República	Decreto 1004 del Congreso de la República	Ministerio de Agricultura	Prohibición de descargar aguas servidas, o químicas y desechos en los ríos y lagos.
Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala	Acuerdo del Concejo Municipal, del 26 de septiembre de 2002	Municipalidad de Guatemala	El reglamento se emite en cumplimiento de lo preceptuado en la Constitución de la República, Código de Salud, Código Municipal y Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente
Reglamento para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos Municipales	En discusión en CONADESCO	MARN, MSP	El reglamento tiene como objetivo dar cumplimiento al código de salud y ley de protección y mejoramiento de medio ambiente.

Continuación de la tabla I.

Reglamento para el Manejo de Residuos Sólidos Hospitalarios	Acuerdo gubernativo 509-2001, del 20 de diciembre del 2001	MSP	El reglamento tiene como objetivo cumplir con el artículo 106 del código de salud y de otras leyes de la materia.
Reglamento de Gestión de Desechos Radiactivos	Acuerdo gubernativo 559-98, del 4 de septiembre de 1998	Ministerio de Energía y Minas	Regula las obligaciones de toda persona natural o jurídica sobre el uso y aplicación de radioisótopos y radiaciones ionizantes.
Convenio Centroamericano sobre los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos	Decreto 6-94 del Congreso de la República	MARN, MSP	Vigila el cumplimiento del convenio.
Convenio Mundial sobre el Control Internacional de Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos	Decreto 3-95 del Congreso de la República del 25 de enero de 1995.	MARN, MSP	Vigilar el cumplimiento del convenio .
Política Nacional para el Manejo Integral de los Residuos y Desechos Sólidos	Acuerdo Gubernativo 111-2005 4 de abril 2005	CONADES, MARN, INE	Establece la política nacional para el manejo de desechos sólidos.

Fuente: (<http://www.marn.gob.gt/aplicaciones/Normas10g/NORMA/MARN.aspx>). Consulta: agosto de 2012.

### 3. DISEÑO METODOLÓGICO

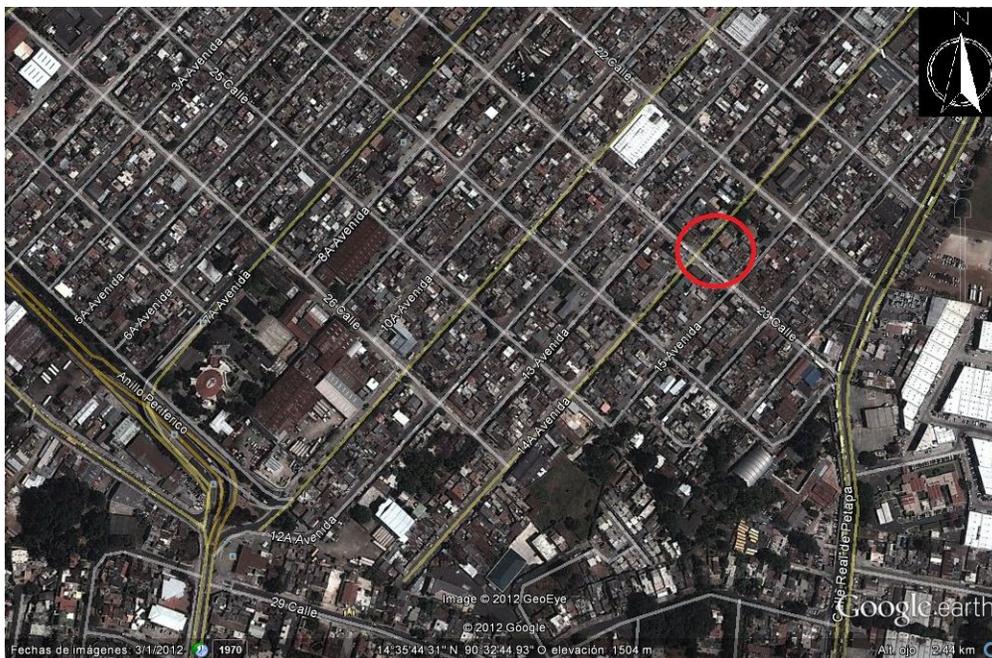
#### 3.1. Variables

- Variable independiente
  - Características físicas de los residuos
    - Peso específico: es el peso de un material por la unidad una unidad de volumen.
    - Tamaño de partícula: es importante en la recuperación de materiales, especialmente con medios mecánicos.
  - Población generadora de residuos
- Variable dependiente
  - Volumen de los desechos de papel: varía en las actividades que se realizan.
  - El número de latas de aluminio cambia dependiendo del consumo de bebidas en los alumnos y maestros.
  - La cantidad de plástico está relacionada con el consumo de bebidas y la utilización de envases plásticos dentro de las aulas.

### 3.2. Delimitación del campo de estudio

- El plan se trabajará en:
  - Lugar: Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”
  - Dirección: 23 calle y 14 avenida “A” zona 12, colonia La Reformita, ciudad de Guatemala, Guatemala.
  - Fecha: los meses de agosto a octubre de 2012; en la jornada matutina.
- Los desechos sólidos a trabajar son: papel, aluminio y plástico.
- Población a trabajar: alumnos de los grados de primero a sexto grado primaria.

Figura 1. Localización geográfica del campo de estudio



Fuente: Google Earth. Consulta: agosto de 2012.

### **3.3. Recursos humanos disponibles**

- Asesor de tesis: Inga. Carla Gordillo de Marchena
- Revisor de Escuela USAC: Ing. Jorge Mario Estrada
- Dirección del colegio
- Maestros
- Alumnado
- Servicio de recolección de residuos municipales

### **3.4. Recursos materiales disponibles**

- Insumos
  - Recipientes: separación de los residuos, recipientes para papel, aluminio y plástico distribuidos en todo el establecimiento en puntos estratégicos.
  - Marcadores: etiquetar los recipientes de separación
  - Rótulos: identificación de los recipientes
  - Cinta adhesiva: colocación de rótulos
  - Recipientes para medir volumen de residuos
  - Hojas papel bond: entrega de informe
  
- Equipo de protección personal
  - Guantes
  - Botas
  - Bata
  - Mascarillas
  - Casco

- Equipo de trabajo
  - Balanza: determinar el peso de los residuos
  - Cinta métrica: medir el tamaño de los residuos
  - Equipo de cómputo: trabajar los datos e informes
  - Impresora: imprimir informe

### **3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa**

- Entrevista: a través de esta técnica se obtiene información por parte del responsable y de la dirección del centro de estudios.
- Observación directa: a través de este método se puede documentar el proceso de recolección, y se registra información como: tipo de recipientes para almacenamiento, manejo, rutas de recolección, horario de recolección, frecuencia de recolección, tratamiento a los residuos sólidos y tipos de residuos.
- Medición directa: por medio de la medición directa del volumen, tamaño, peso de los residuos.
- Tamaño: el tamaño de los residuos se mide directamente con cinta métrica. Las medidas a tomar a las latas de aluminio y botes plásticos es alto y diámetro, se toma aleatoriamente una muestra de cada una. Las medidas a tomar del papel es altura y ancho, se toma aleatoriamente una muestra para su medición.
- Volumen: el volumen se determina por medio de la capacidad de los recipientes contenedores de los residuos.

- **Peso:** el peso de los residuos se obtendrá con la utilización de una balanza de colgar y el rango de pesa de la balanza va desde una onza hasta 20 libras.
- **Tabulación:** se presentan los datos claros mediante cuadros; sirve como base para la presentación en forma gráfica.
- **Gráficas:** se hace resaltar a simple vista situaciones generales de interpretación de los datos obtenidos.

### **3.6. Recolección y ordenamiento de la información**

La recolección de la información dentro del establecimientos se realiza por medio de entrevista, observación directa y tomando datos de volumen y peso de los residuos.

#### **3.6.1. Entrevista**

La entrevista es una herramienta para recolectar información que ayuda a analizar la situación de la escuela antes de empezar un trabajo de manejo adecuado de residuos sólidos. La entrevista se realizó a la directora del colegio, quien brindó la siguiente información:

- ¿Cuántos alumnos hay en el establecimiento? 90.
- ¿Dentro de qué edades se encuentran los alumnos? 6 a los 12 años.
- ¿Cuántos catedráticos trabajan dentro del establecimiento? 8.

- ¿Tienen servicio de recolección de basura? Sí.
- Si tiene el servicio ¿cuántos días a la semana es recogida la basura? 3.
- ¿En qué horario son recogidos los desechos? Durante la mañana.
- Si no se cuenta con el servicio, ¿Cómo es desechada la basura? Sí cuenta con servicio.
- ¿Realizan un tipo de separación de la basura? No.
- ¿Imparten algún curso sobre el tema de educación ambiental? No.
- Si lo imparten ¿En cuáles grados se imparte el curso sobre el tema de educación ambiental? No imparten ningún curso de educación ambiental.
- ¿Qué tipo de actividades ambientales realizan dentro del establecimiento? Ninguna.
- ¿Tienen programas de reciclaje de residuos? No.

### **3.6.2. Observación directa**

La observación directa se realizó con un recorrido en los pasillos y salones de clase; se comprobó la cantidad y tipo de recipientes, la forma de eliminarlos, los lugares en donde estaban ubicados y la forma de manejarlos. A continuación se presentan los resultados de la observación directa:

- Cantidad de recipientes para basura existentes: 9

- Tipos de recipientes existentes: cubetas
- Ruta para eliminar los desechos: no hay ruta específica para eliminar residuos, la sacan por la puerta principal.
- Tipos de residuos son generados dentro del establecimiento: orgánico, papel, plástico, aluminio, *tetra pack*, vidrio en poca escala.
- Forma de manejo de los residuos: no tienen un manejo adecuado; en cada salón se encuentra un recipiente para la basura; al terminar la clase, la llevan a un recipiente en donde reúnen toda la de la escuela, la embolsan y la sacan a la calle y el servicio de basura la recoge.
- Lugar de disposición los recipientes para su recolección: no existe un lugar adecuado, existen recipiente en cada salón y un recipiente en el patio de la escuela.
- Lugar de disposición final de los residuos dentro del establecimiento: en un recipiente grande en el patio de la escuela; al llenarse el recipiente, se embolsan los residuos.

### **3.6.3. Recolección datos de volumen y peso**

- Volumen de residuos: el volumen de los residuos varía de acuerdo con la cantidad de alumnos que asistan a los centros educativos, a la capacidad económica que tiene cada uno de ellos, las actividades que realizan cada día, actividades extracurriculares, actividades cívicas y muchas otras. Para determinar el volumen de cada uno de los tipos de residuos, se separó en recipientes.

La manera más práctica de determinar dicho volumen fue con un recipiente con medidas conocidas; de manera indirecta, sabiendo el diámetro del recipiente y la altura de los residuos. El volumen fue medido durante 7 semanas, y se tomaron muestras durante tres días a la semana, para que el volumen de los residuos fuera recolectado totalmente. Los datos recopilados de volumen de plástico, aluminio, papel y *tetra pack* se muestran en las tablas II, III, IV y V, respectivamente.

Tabla II. **Volumen de muestras de residuos plástico**

No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )	No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	0,0265	11	0,0302
2	0,0289	12	0,0314
3	0,0252	13	0,0259
4	0,0265	14	0,0289
5	0,0271	15	0,0234
6	0,0283	16	0,0259
7	0,0277	17	0,0277
8	0,0296	18	0,0302
9	0,0289	19	0,0320
10	0,0277	20	0,0289

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Volumen de muestras de residuos aluminio**

No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )	No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	0	11	0,00000
2	0,00062	12	0,00062
3	0,00031	13	0,00031
4	0,00062	14	0,00062
5	0,00062	15	0,00123
6	0,00031	16	0,00062
7	0,00031	17	0,00031
8	0,00092	18	0,00031
9	0,00062	19	0,00062
10	0,00062	20	0,00031

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Volumen de muestras de residuos papel**

No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )	No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	0,0265	11	0,0302
2	0,0289	12	0,0314
3	0,0252	13	0,0259
4	0,0265	14	0,0289
5	0,0271	15	0,0234
6	0,0283	16	0,0259
7	0,0277	17	0,0277
8	0,0296	18	0,0302
9	0,0289	19	0,0320
10	0,0277	20	0,0289

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Volumen de residuos *tetra pack***

No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )	No. de día	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	0,0062	11	0,0062
2	0,0074	12	0,0049
3	0,0055	13	0,0055
4	0,0074	14	0,0068
5	0,0080	15	0,0080
6	0,0092	16	0,0092
7	0,0092	17	0,0092
8	0,0099	18	0,0086
9	0,0062	19	0,0105
10	0,0049	20	0,0068

Fuente: elaboración propia.

- **Peso de residuos:** el peso de los residuos que se genera diariamente varía de acuerdo con el consumo de alimentos y la utilización de material que se utiliza en clase, a la capacidad económica que tiene cada uno de ellos, las actividades que realizan diariamente, actividades extracurriculares, actividades cívicas y muchas otras. Para determinar el peso de cada uno de los tipos de residuos, se separó en recipientes. La manera más práctica de determinar el peso de los residuos en una escuela fue con una balanza de colgar, con una capacidad de 20 libras, y se usó la onza como la medida menor.

Figura 2. **Balanza utilizada para medición de peso**



Fuente: Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”.

Al igual que el volumen, fue medido durante 7 semanas, y se tomaron muestras durante tres días. Los datos recopilados de peso de plástico, aluminio, papel y *tetra pack* se muestran en las tablas VI, VII, VIII, VIX, respectivamente.

Tabla VI. **Peso de muestras de plástico**

No. de día	Peso (onzas)	No. de día	Peso (onzas)
1	11	11	33
2	34	12	36
3	15	13	15
4	12	14	19
5	14	15	16
6	18	16	16
7	18	17	18
8	22	18	23
9	34	19	33
10	28	20	28

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Peso de muestras de aluminio**

No. de día	Peso (onzas)	No. de día	Peso (onzas)
1	0	11	0
2	2	12	2
3	1	13	1
4	3	14	3
5	2	15	4
6	1	16	2
7	2	17	1
8	2	18	1
9	2	19	2
10	1	20	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Peso de muestras de papel**

No. de día	Peso (onzas)	No. de día	Peso (onzas)
1	7	11	30
2	24	12	24
3	20	13	20
4	15	14	20
5	20	15	18
6	21	16	22
7	18	17	19
8	18	18	20
9	24	19	25
10	20	20	22

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Peso de muestras *tetra pack***

No. de día	Peso (onzas)	No. de día	Peso (onzas)
1	7	11	8
2	8	12	6
3	6	13	6
4	8	14	8
5	10	15	11
6	11	16	11
7	12	17	13
8	13	18	12
9	8	19	14
10	6	20	8

Fuente: elaboración propia.

- Tamaño de residuos: el tamaño de los residuos de plástico, aluminio y papel consistió 10 muestras, en días aleatorios, durante las 7 semanas de estudio de volumen y peso de los residuos en las escuelas. Los residuos plásticos y de aluminio en la mayoría fueron bebidas gaseosas y jugos, se tomaron muestras de diferentes tamaños. Se tomó la medida de diámetro del fondo de la botella y la largo; estas medidas fueron tomadas con una regla de 30 centímetros con una de un milímetro como medida menor. Las medidas de tamaño de residuo de plástico y papel tomadas, se muestran en las tablas X y XI.

Tabla X. **Tamaño de muestras de residuos de plástico**

Muestra No.	Diámetro (cm)	Largo (cm)
1	6,5	24
2	5,5	14
3	6	25
4	5	18
5	6,5	24
6	5,9	24,8
7	5,5	14
8	6,6	24
9	6,2	24,8
10	5,5	14

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Tamaño de muestra de residuos aluminio**

Muestra No.	Diámetro (cm)	Largo (cm)
1	6,7	12,4
2	6,4	9
3	7,3	3
4	6,6	12,3
5	7,4	2,8
6	6,3	8,8
7	6,5	12,2
8	7,2	2,9
9	6,4	9
10	6,9	12,3

Fuente: elaboración propia.

Los residuos de papel están compuestos en su mayoría, por hojas que usan los alumnos durante las actividades realizadas dentro del aula y actividades extracurriculares. Las medidas tomadas fueron de ancho y largo, ambas en centímetros. Estas medidas fueron tomadas con una regla de 30 centímetros, con una medida menor de 1 milímetro. Las medidas se muestran en la tabla XII.

Tabla XII. **Tamaño de muestra de residuos de papel**

Muestra No.	Ancho (cm)	Largo (cm)
1	21,6	28
2	26,6	35,5
3	21,5	14
4	26,5	17
5	21,5	14
6	15,6	19,6
7	26,6	35,5
8	15,5	19,7
9	26,5	16,9
10	21,6	28

Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

El volumen total que se presenta en la tabla XIII muestra lo recolectado durante los días que se tomaron las muestras; en total fueron 20 días de medida de volumen.

En el volumen total de cada uno de los tipos de residuos incluye el peso de plástico, aluminio y papel, que está compuesto *el tetra pack*, que fue calculado con un porcentaje de 75% de cartón, 20% plástico baja densidad y 5% aluminio.

La suma total de los volúmenes tomados durante los días muestra el volumen total en metros cúbicos.

Tabla XIII. **Volumen total de residuos**

Tipo de residuo	Volumen total (m <sup>3</sup> )
Plástico	0,59
Aluminio	0,02
Papel	0,35

Fuente: elaboración propia.

El peso total es la suma de las 20 muestras tomadas durante los días de recolección de información. En el peso total de cada uno de los tipos de residuos incluye el peso de plástico, aluminio y papel que está compuesto *el tetra pack*, que fue calculado con un porcentaje de 75% de cartón, 20% plástico baja densidad y 5% aluminio.

El peso total se muestra en kilogramos (kg). El peso total de plástico, aluminio y papel se presenta en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Peso total de residuos**

Tipo de residuo	Peso total (kg)
Plástico	13,61
Aluminio	1,20
Papel	15,49

Fuente: elaboración propia.

El peso específico de los residuos urbanos es un valor que sirve para poder dimensionar los recipientes adecuados para la recolección de los residuos dentro de cualquier institución o empresas dedicadas a la recolección de residuos; es un factor básico que marca los volúmenes de los equipos de recogida y transporte. Este valor soporta grandes variaciones según el grado de compactación a que están sometidos los residuos.

En el caso de los residuos escolares, los residuos no están sometidos a ningún tipo de compactación. El peso específico indica el peso del residuo por una unidad de volumen.

A continuación se muestran el peso específico de plástico, aluminio y papel, calculados con el peso total y el volumen total de las muestras de cada uno de ellos. Los resultados se muestran en la tabla XV.

$$\text{Peso específico del plástico} = \frac{13,61 \text{ kg}}{0,59 \text{ m}^3} = 23,06 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso específico del aluminio} = \frac{1,20 \text{ kg}}{0,02 \text{ m}^3} = 60 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso específico del papel} = \frac{15,49 \text{ kg}}{0,35 \text{ m}^3} = 44,25 \text{ kg/m}^3$$

Tabla XV. **Peso específico de los residuos**

Tipo de residuo	Peso específico (Kg/m <sup>3</sup> )
Papel	23,06
Aluminio	60
Plástico	44,25

Fuente: elaboración propia.

El tamaño promedio de las partículas es un promedio de las medidas de largo, diámetro y ancho tomadas con muestras aleatoriamente, de plástico, aluminio y papel. En la tabla XVI se muestran las medidas promedio.

- Plástico

$$\text{Largo promedio} = \frac{206,6}{10} = 20,66 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro promedio} = \frac{59,2}{10} = 5,9 \text{ cm}$$

- Aluminio

$$\text{Largo promedio} = \frac{84,7}{10} = 8,47 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro promedio} = \frac{67,7}{10} = 6,77 \text{ cm}$$

- Papel

$$\text{Largo promedio} = \frac{228,2}{10} = 22,82 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho promedio} = \frac{223,5}{10} = 22,5 \text{ cm}$$

Tabla XVI. **Tamaño promedio de los residuos**

Tipo de residuo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Diámetro (cm)
Plástico	20,66	-----	5,9
Aluminio	8,47	-----	6,77
Papel	22,89	22,5	-----

Fuente: elaboración propia.

El tamaño de partícula es una propiedad importante dentro de la recuperación de materiales, cuando la recuperación de los residuos y los materiales se realizan por medios mecánicos, en los vertederos controlados.

El tamaño de partícula se midió en muestras tomadas aleatoriamente; el papel se midió de acuerdo con el ancho y alto de cada muestra; en los residuos de plástico se midió el diámetro y la altura de cada tipo de muestra tomada; en los residuos de aluminio, se tomaron muestras al azar, a las cuales se les midió diámetro y altura de cada una; para calcular el tamaño de partícula se tomó la medida promedio de cada residuo. El tamaño de la partícula de plástico, aluminio y papel se muestra en la tabla XVII y se dimensiona en centímetros. Se calculó de la siguiente manera:

Plástico

$$S=(20,66 \times 5,6)^{1/2}= 11,06 \text{ cm}$$

Aluminio

$$S=(8,47 \times 6,77)^{1/2}= 7,57 \text{ cm}$$

Papel

$$S=(22,89 \times 22,55)^{1/2} = 22,58 \text{ cm}$$

Tabla XVII. **Tamaño de partículas**

Tipo de residuo	Tamaño (cm)
Plástico	11,06
Aluminio	7,57
Papel	22,58

Fuente: elaboración propia.

### **3.8. Análisis estadístico**

Se proyecta la cantidad de residuos generada por alumno y la producción *Per cápita*, basadas en el volumen y peso recolectados en el establecimiento.

#### **3.8.1. Cantidad de residuo generada por alumno (volumen)**

La cantidad de residuos generada por alumno directa o indirectamente en un ambiente escolar, refleja las condiciones de consumo, que dependen de la capacidad económica de cada uno y las actividades que se realizan dentro de la escuela.

La tabla XVIII muestra la cantidad promedio en volumen generada por un alumno durante 20 días (los días que se tomaron las muestras). La cantidad en peso promedio generada por alumno durante en los 20 días se muestra en la tabla XIX.

El análisis se realizó con una población total de 90 alumnos que existen en la colegio y con el volumen y peso total generado en los 20 días que se tomaron las muestras, y se muestra de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de plástico generada por alumno} = \frac{0,59 \text{ m}^3}{90 \text{ alumnos}} = 0,0066 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantidad de aluminio generada por alumno} = \frac{0,02 \text{ m}^3}{90 \text{ alumnos}} = 0,0002 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantidad de papel generada por alumno} = \frac{0,35 \text{ m}^3}{90 \text{ alumnos}} = 0,0039 \text{ kg/m}^3$$

### **3.8.2. Cantidad de residuo generada por alumno (peso)**

$$\text{Cantidad plástico generada por alumno} = \frac{13,61 \text{ (kg)}}{90 \text{ alumnos}} = 0,1513 \text{ kg/alumno}$$

$$\text{Cantidad aluminio generada por alumno} = \frac{1,2 \text{ (kg)}}{90 \text{ alumnos}} = 0,0133 \text{ kg/alumno}$$

$$\text{Cantidad papel generada por alumno} = \frac{15,49 \text{ (kg)}}{90 \text{ alumnos}} = 0,1721 \text{ kg/alumno}$$

Tabla XVIII. **Cantidad de residuo generada por alumno (volumen)**

Tipo de residuo	Cantidad (m <sup>3</sup> /alumno)
Plástico	0,0066
Aluminio	0,0002
Papel	0,0039

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Cantidad de residuo generada por alumno (peso)**

Tipo de residuo	Cantidad (kg/alumno)
Plástico	0,1513
Aluminio	0,0133
Papel	0,1721

Fuente: Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”, Guatemala, 2012

### 3.8.3. **Producción *per cápita* (PPC)**

Es indicador mide la producción diaria por alumno generada en peso y en volumen. La producción *per cápita* diaria servirá para hacer una proyección de generación de residuos de papel, aluminio y plástico, y realizar una estrategia para recolección y transporte de los residuos, dentro y fuera del colegio. En la producción *per cápita* diaria se toma en cuenta la cantidad generada por alumno durante los 20 días que fueron tomadas las muestras. La tabla XX muestra la PPC de plástico, aluminio y papel.

A continuación se da a conocer el procedimiento para determinar la producción *per cápita* de cada residuo.

$$\text{PPC de plástico} = \frac{0,1513 \left( \frac{\text{kg}}{\text{alumno}} \right)}{20 \text{ (días)}} = 0,0076 \text{ kg/alumno/día}$$

$$\text{PPC de aluminio} = \frac{0,0133 \left( \frac{\text{kg}}{\text{alumno}} \right)}{20 \text{ (días)}} = 0,0007 \text{ kg/alumno/día}$$

$$\text{PPC de papel} = \frac{0,1721 \left( \frac{\text{kg}}{\text{alumno}} \right)}{20 \text{ (días)}} = 0,0086 \text{ kg/alumno/día}$$

Tabla XX. **Producción per cápita diaria**

Tipo de residuo	PPC (kg/alumno/día)
Plástico	0.0076
Aluminio	0.0007
Papel	0.0086

Fuente: elaboración propia.

En las tablas XXI y XXII se presenta el promedio de producción total diaria y anual que genera la totalidad de los alumnos en las escuelas del departamento de Guatemala y la producción diaria en todo el país guatemalteco. Se tomaron en cuenta todos los sectores, todas las áreas, y sexo de primaria de niños. La producción fue proyectada con base en los datos tomados en el Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia” y del Ministerio de Educación de Guatemala.

En el departamento de Guatemala, según estadísticas del Ministerio de Educación, en la inscripción inicial en el año 2011 la totalidad de alumnos es de 452,929 y en toda la República la totalidad de alumnos es de 2, 653,483. Con estas estadísticas se proyectó la producción diaria en kilogramos.

**Tabla XXI. Producción total diaria en las escuelas**

Tipo de Residuo	Depto. de Guatemala (kg)	País Guatemala (kg)
Plástico	3425,51	20068,35
Aluminio	301,75	1767,79
Papel	3898,46	22839,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXII. Producción total anual de residuos**

Tipo de residuo	Depto. de Guatemala (ton)	País Guatemala (ton)
Plástico	116,78	3503,36
Aluminio	10,29	308,61
Papel	132,90	3987,07

Fuente: elaboración propia.

### 3.8.4. Porcentaje de producción de residuos

El porcentaje de producción se basa en el volumen y peso total de los residuos generados en el colegio, en los 20 días que fueron tomadas las muestras.

En la tabla XXIII y XXIV se muestran los porcentajes de volumen y peso, respectivamente, de los residuos de plástico, aluminio y papel.

Tabla XXIII. **Porcentaje de producción de volumen por tipo de residuo**

Tipo de residuo	% volumen
Plástico	51,10
Aluminio	1,50
Papel	30,36

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Porcentaje de producción de peso por tipo de residuo**

Tipo de residuo	% peso
Plástico	12,74
Aluminio	1,12
Papel	14,50

Fuente: elaboración propia.



## 4. RESULTADOS

### 4.1. Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos sólidos generados por el Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia” se clasificaron en desechos de plástico, aluminio y papel. Por el volumen significativo de residuos de *tetra pack* también se toma en cuenta en la clasificación, ya que el material de *tetra pack*, está conformado por 75% de cartón, 20% polietileno baja densidad y 5% aluminio.

El porcentaje de los componentes que conforman el *tetra pack* está incluido en los resultados totales de volumen y peso de plástico, aluminio y papel.

#### 4.1.1. Volumen de los residuos

El volumen total de cada tipo de residuo se presenta en la figura 3, dicho volumen es el generado en el tiempo que se tomaron las muestras; en la gráfica se puede observar que el residuo con mayor volumen total generado es el plástico con  $0,59 \text{ m}^3$ , el segundo en generar más volumen es el papel con  $0,35 \text{ m}^3$  y el residuo que genera menor volumen total es el aluminio con  $0,02 \text{ m}^3$ .

Figura 3. **Tipo de residuo vrs. volumen total**



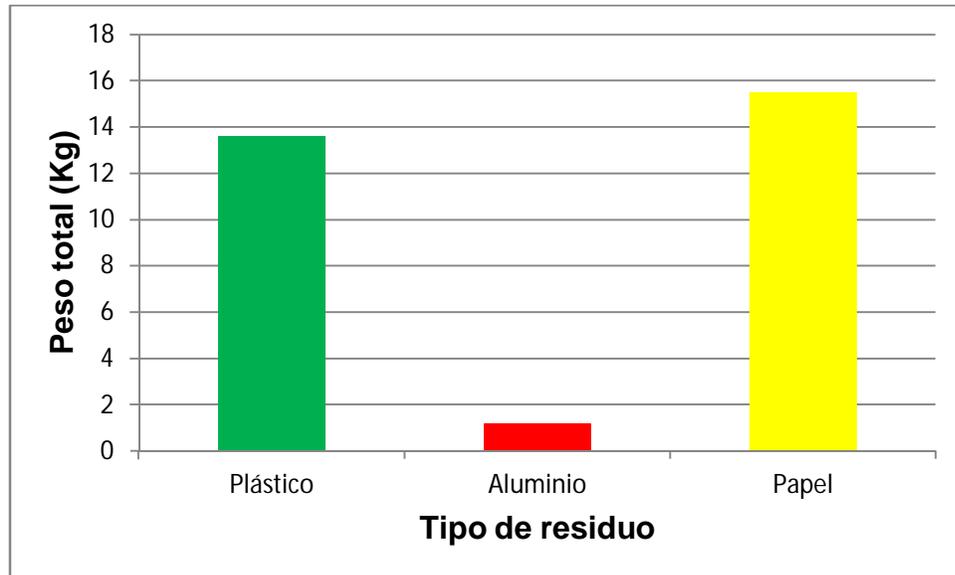
Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.2. **Peso de los residuos**

El peso total de cada tipo de residuo se presenta en la figura 4; dicho peso se generó en el tiempo que se tomaron las muestras.

En la gráfica se puede observar que el residuo con mayor peso total generado es el papel con 15,49 kg, el segundo en generar más peso es el papel con 13,61 kg y el residuo que genera menor peso total es el aluminio con 1,20 kg.

Figura 4. Tipo de residuo vrs. peso total



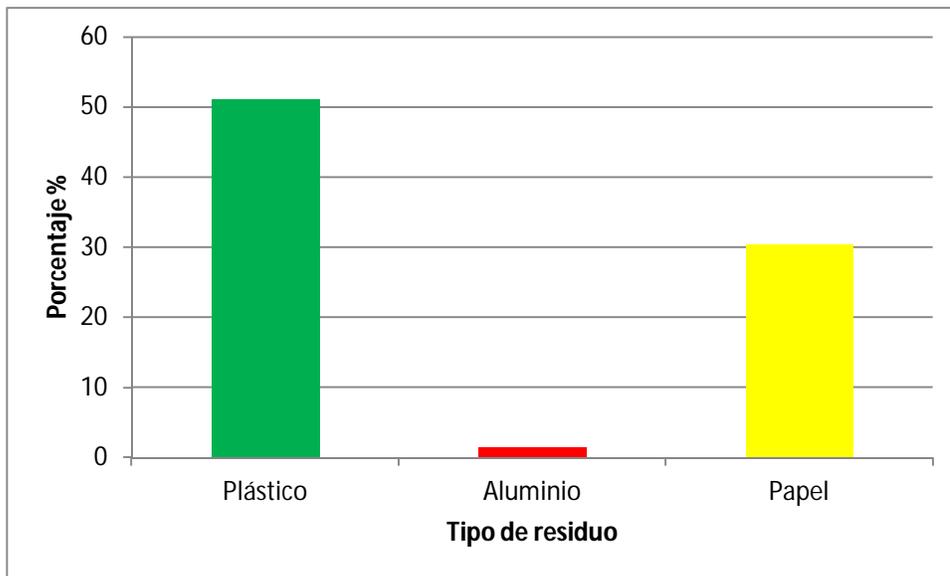
Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3. Porcentaje de volumen

En la figura 5 se presenta el porcentaje de volumen por tipo de residuo; se observa que el plástico es el residuo con mayor porcentaje de volumen generado con 51,10%, el papel con 30,36% y el aluminio con el menor porcentaje de generación de volumen con 1.50% en total.

El plástico por ser el de mayor generación de volumen dentro del establecimiento; esto se debe a que las bebidas consumidas por los alumnos están envasadas en este tipo de residuo.

Figura 5. **Porcentaje de volumen por tipo de residuo**



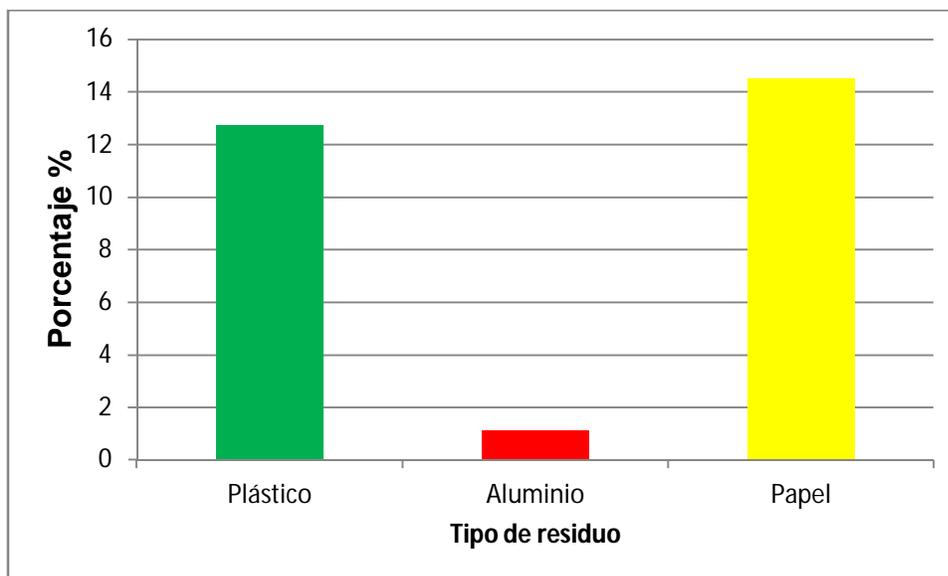
Fuente: Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”, Guatemala, 2012

#### 4.1.4. **Porcentaje de peso por tipo de residuo**

En la figura 6 se observa que el papel es el residuo con mayor porcentaje de peso generado con 14,74%, el plástico con 12,74% y el aluminio con el menor porcentaje de generación de peso con 1,12% en total. Los porcentajes están basados en el peso total de todos los residuos generados en la escuela.

Los porcentajes presentados están basados en el peso total de todo tipo de residuo generado dentro de la escuela; el material orgánico tiene un gran porcentaje de peso total generado.

Figura 6. **Porcentaje de peso por tipo de residuo**



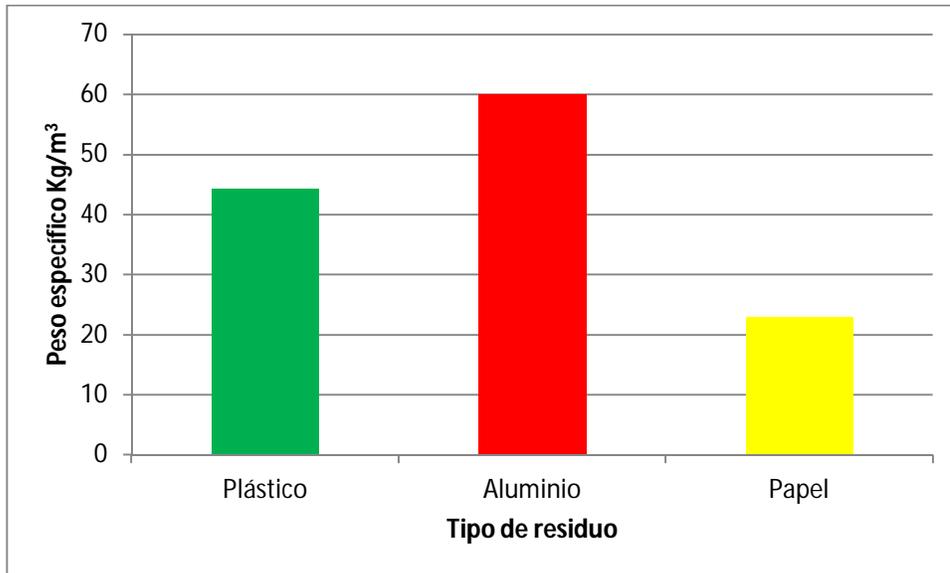
Fuente: elaboración propia.

#### 4.2. **Caracterización de los residuos**

Los residuos son caracterizados por su peso específico y el tamaño promedio de cada partícula; esto sirve para tener un mejor control en el tratamiento y manejo de los mismos, ya sea dentro de la escuela o en rellenos sanitarios.

El peso específico indica el peso por unidad de volumen, se presenta el peso específico del plástico, aluminio y papel. El aluminio es el tipo de residuo que tiene mayor peso específico con  $60 \text{ kg/m}^3$ , el plástico con  $44,25 \text{ kg/m}^3$  y el papel con  $23,06 \text{ kg/m}^3$ . En la figura 7 se muestran los resultados de peso específico.

Figura 7. **Peso específico por tipo de residuo**

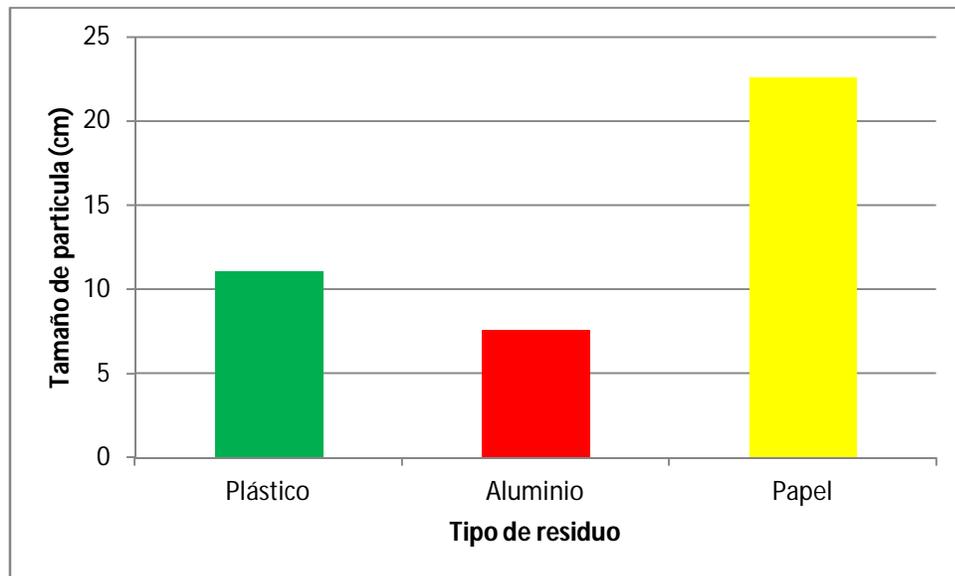


Fuente: elaboración propia.

El tamaño de partícula de los residuos se presenta en la figura 8; se observa que el papel es el residuo con mayor tamaño con 22,58 cm, el plástico con 11,06 cm y el aluminio con 7,57 cm.

En la separación manual se clasifican los residuos por su tipo y por su tamaño, esto se realiza en la primera etapa de tratamiento de residuos. En la separación por medios mecánicos, el tamaño de partícula es importante en la recuperación de los residuos, para el posterior tratamiento de cada uno de los residuos.

Figura 8. **Tamaño de partícula por tipo de residuo**

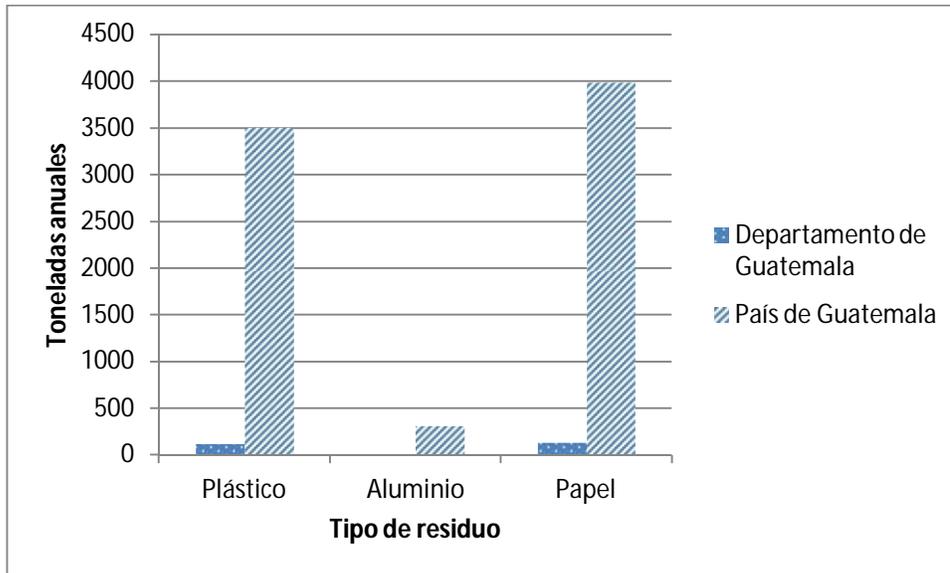


Fuente: elaboración propia.

La producción anual presentada en la figura 9 es una proyección basada en la producción *per cápita* diaria de plástico, aluminio y papel del Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia” y el total de los alumnos de primaria de todos los sectores de escuelas de educación primaria privada y pública, área urbana y rural, sexo, en el departamento de Guatemala y el total de alumnos en la República de Guatemala.

Los datos que se presentan son aproximados en toneladas de residuos que se pueden generar durante un año en las escuelas del país de Guatemala.

Figura 9. **Producción total anual en toneladas de residuos**



Fuente: elaboración propia.

Considerando la cantidad de residuos generados el Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”, se presentan los resultados totales de volumen y peso de *tetra pack* (el cual ya está incluido en los resultados de plástico, aluminio y papel), y el volumen y peso de materia orgánica generada en el colegio, durante los días de toma de muestra.

Los resultados de peso y volumen de *tetra pack* y materia orgánica, se muestran en las tablas XXV y XXVI, respetivamente.

Tabla XXV. **Volumen de residuos de *tetra pack* y materia orgánica**

Tipo de residuo	Volumen (m <sup>3</sup> )
<i>Tetra pack</i>	0,149628
Material orgánico	0,095442

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Peso de residuos de *tetra pack* y materia orgánica**

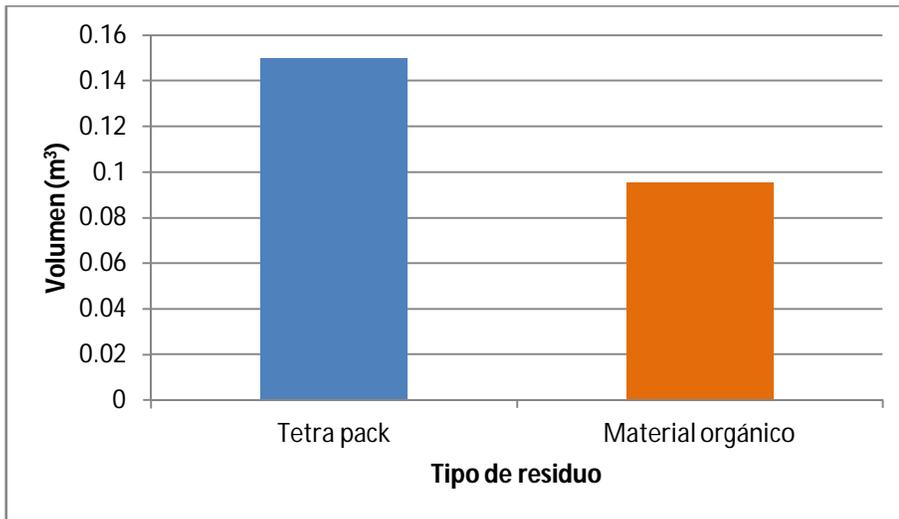
Tipo de residuo	Peso (onzas)
Tetra pack	186
Materia orgánico	1305

Fuente: elaboración propia.

En las figuras 9 y 10 se muestra con más claridad el volumen y peso de los residuos, se observa que volumen de *tetra pack* es mayor que la materia orgánica.

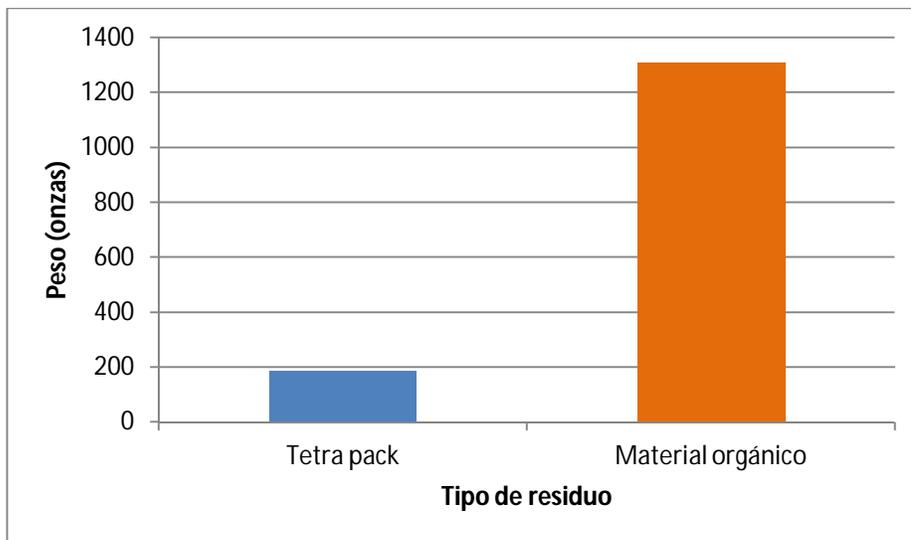
La materia orgánica genera un peso considerable dentro de los residuos generados dentro de las escuelas, y el *tetra pack* genera un peso menor a la materia orgánica.

Figura 10. **Volumen de *tetra pack* y material orgánico**



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Peso de *tetra pack* y material orgánico**



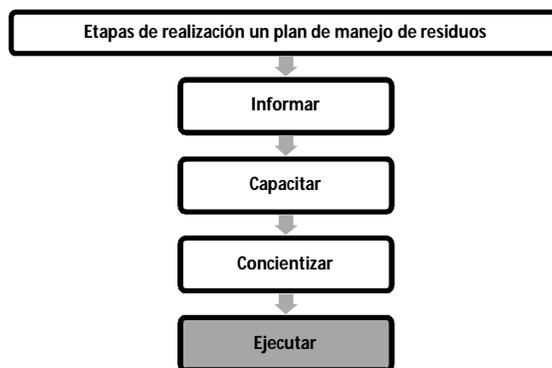
Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Plan de manejo adecuado de residuos sólidos de plástico, aluminio y papel**

- **Objetivo:** dar un manejo adecuado de residuos de plástico, aluminio y papel, generados dentro de las escuelas primarias, por medio del reciclaje.
- **Descripción:** el plan es una forma de manejo adecuado de los residuos sólidos dentro de las escuelas primarias; está diseñado con 30 actividades de tal forma que cada actividad pueda ser realizada semanalmente durante el ciclo escolar anual. Esta guía brinda actividades básicas para el fácil reciclaje, reuso y reducción, de residuos sólidos en los establecimientos de educación primaria; las actividades están diseñadas para que sean utilizadas en todos los grados de nivel primario; el nivel de dificultad varía de acuerdo con el grado escolar en el cual se está realizando cada actividad. Las etapas de un plan de manejo de residuos son cuatro, como se muestra en la figura No. 12; y el plan de manejo adecuado de residuos de plástico, aluminio y papel está enfocado específicamente en la etapa de ejecución.
- **Dirigido a:** maestros de educación primaria, que laboran en escuelas privadas y públicas de la República de Guatemala.
- **Contenido:** el plan contiene tres guías conformadas con actividades para la utilización de plástico, aluminio y papel. También contiene una guía de *tetra pack*, tomando en cuenta que este material contiene plástico, aluminio y papel, en diferentes proporciones cada uno.

- Guía de reciclaje de plástico: 10 actividades
  - Guía de reciclaje de aluminio: 6 actividades
  - Guía de reciclaje de papel: 8 actividades
  - Guía de reciclaje de *tetra pack*: 6 actividades
- Alcance: primaria completa, establecimientos públicos y privados con el objetivo de dar un manejo adecuado de residuos sólidos generados dentro de los establecimientos.
  - Participantes: alumnos, maestros, directores, padres de familia.
  - Materiales principales:
    - Papel: papel bond y cartulina
    - Aluminio: latas de gaseosas y latas de jugos
    - Plástico: envases de bebidas gaseosas y jugos
    - *Tetra pack*: envases de jugos

Figura 12. **Etapas de realización un plan de manejo de residuos**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.1. Etapas de realización del plan**

- **Informar:** se debe informar a los maestros de las maneras adecuadas de manejo de los residuos sólidos, siendo el reciclaje y reuso una de las maneras más adecuadas y sencillas dentro de las escuelas. Dar información sobre los residuos sólidos escolares. También se debe informar sobre los tipos de residuos que se generan en las escuelas y la forma de separar los residuos en diferentes recipientes, colocándolos en diferentes lugares de la escuela.
- **Capacitar:** la capacitación a los maestros es uno de los pasos más importantes en el desarrollo del plan, se debe de informar sobre los residuos sólidos y la importancia que tiene el manejo adecuado de todos los residuos. Los maestros deben de tener la información completa del reciclaje de los residuos. Las capacitaciones se deben de realizar al principio de año escolar, para que los maestros tengan la oportunidad de realizar todas las actividades de las guías. Durante la capacitación se debe tener un orden de información: definición de tipos de residuos, forma de manipular y separar los residuos y la manera correcta de reciclarlos y desecharlos.
- **Concientizar:** crear una conciencia de la importancia de que tienen el manejo adecuado de los residuos sólidos, crear una conciencia de la minimización, la separación y tratamiento posterior de los residuos. Al concientizar a los maestros, ellos transmitirán a los alumnos la importancia del cuidado del ambiente. Respecto de la minimización, se debe crear conciencia de seleccionar insumos que son ambientalmente adecuados y utilizar envases no desechables. La separación de los residuos debe de ser constante dentro de los salones de clase.

- Ejecutar: los maestros deben ejecutar el plan dentro de los salones de clase, guiando de la mejor manera a los alumnos en todas las actividades presentadas en el plan. El plan se realizará con una actividad semanal durante el ciclo escolar. Una de las primeras actividades para ejecutar el plan es la separación de los residuos sólidos; se deben colocar los recipientes de papel, aluminio y plástico dentro de los salones de clase, en los pasillos y en los patios de la escuela.

La propuesta ejecución de las actividades del plan se muestra en la tabla XXVII, se puede ver el cronograma para realizar las guías de reciclaje de plástico, aluminio, papel y *tetra pack*.

Todas las personas involucradas deben atender a las siguientes recomendaciones:

- Separar dentro de cada salón todos los tipos de residuos generados.
- Crear curso de educación ambiental, en donde se informe sobre la importancia del cuidado del ambiente.
- Que todos los residuos utilizados en las actividades del plan sean los generados dentro de los establecimientos.
- Los residuos que no son utilizados en las actividades del plan, deben ser utilizados en otras actividades escolares, o ser vendidos a empresas dedicadas a la recolección de los residuos.
- Recolectar los residuos que no son utilizados en las actividades de las guías, y recaudar recursos económicos para beneficio de la escuela.

- Realizar actividades en beneficio de la escuela y de los alumnos, con los fondos recaudados con la venta de los residuos.
- Con la materia orgánica realizar *compost* (abono), en cursos afines; se pueden organizar actividades de reforestación utilizando el compost como materia prima para la siembra de árboles dentro de la comunidad.
- Intercalar las actividades de cada tipo de residuo, para que el maestro con sus alumnos puedan reunir el material necesario para la próxima actividad programada.
- Fomentar la imaginación de los alumnos y cada actividad se realice que con relación con las guías de estudio de cada curso impartido.
- La supervisión debe ser indispensable en cada actividad, y se debe de trabajar en conjunto con la dirección del establecimiento, maestros, alumnos y padres de familia.

Propuesta de cronograma para el desarrollo del plan de manejo de residuos sólidos.

Tabla XXVII. **Plan de manejo de residuos**

Semana No.	Plástico	Aluminio	Papel	Tetra pack	Semana No.	Plástico	Aluminio	Papel	Tetra pack
1					16				
2					17				
3					18				
4					19				
5					20				
6					21				
7					22				
8					23				
9					24				
10					25				
11					26				
12					27				
13					28				
14					29				
15					30				

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4. Guía para reciclaje plástico

- Objetivo: reutilizar el papel para el manejo adecuado de los residuos de plástico.
- Descripción: esta guía brinda actividades básicas para el fácil reciclaje de plástico en los establecimientos de educación primaria; las actividades están diseñadas para que sean utilizadas en todos los grados de nivel

primario; el nivel de dificultad varía de acuerdo con grado escolar en el cual se está realizando cada actividad.

- Alcance: primaria completa, establecimientos públicos y privados con objetivos de manejo adecuado de residuos sólidos.
- Participantes: alumnos, maestros, directores, padres de familia.
- Materiales: varían de acuerdo con la actividad a realizar, se encuentran entre plástico, tijeras, pintura, papel, entre otros; estos se detallan en cada actividad.
- Procedimiento: los alumnos llevan el material requerido por el maestro, dependiendo de cada actividad a realizar esa semana, los alumnos serán dirigidos por el maestro encargado, quien se orientará con la guía de plástico.
- Es conveniente atender las siguientes recomendaciones:
  - Que el maestro realice la actividad previamente, para luego guiar a los alumnos y hacerlo de la mejor manera.
  - Desde el inicio de ciclo escolar, educar a los alumnos a separar los residuos para su posterior utilización en reciclaje.
  - Utilizar los residuos que se generan dentro de la escuela para realizar las actividades de reciclaje.
  - Maximizar el uso de todos los residuos y material didáctico.

- Lavar los envases de *tetra pack* antes de utilizarlos en las actividades de la guía.

Estructura de la guía: la guía de manejo adecuado de residuos de papel está constituida por 10 actividades; en cada actividad se describe el objetivo, materiales, pasos a seguir e imagen de la misma. En la tabla XXVIII se muestra el contenido de la guía de manejo de residuos de plástico. La guía completa se puede consultar en el apéndice 1.

Tabla XXVIII. **Contenido de guía de manejo de residuos de plástico**

<b>Actividad de reciclaje de plástico</b>	<b>Nombre</b>
No. 1	Alcancías con material recicladas
No. 2	Guarda borradores
No. 3	Reloj de arena
No. 4	Guarda lapiceros
No. 5	Cesto para basura
No. 6	Flores decorativas
No. 7	Manzanas decorativas
No. 8	Dulceras
No. 9	Macetas
No. 10	Forro de cuaderno

Fuente: elaboración propia.

#### **4.5. Guía para reciclaje de aluminio**

- Objetivo: brindar actividades básicas para el reciclaje de aluminio dentro de las escuelas primarias.
- Descripción: esta guía brinda actividades para el práctico reciclaje de aluminio dentro de los establecimientos de educación primaria; estas actividades pueden ser utilizar en todos los grados de nivel primario, el nivel de dificultad varía de acuerdo con el grado escolar en el cual se está realizando cada actividad.
- Alcance: primaria completa, establecimientos públicos y privados con objetivos de manejo adecuado de residuos de aluminio.
- Participantes: alumnos, maestros, directores y padres de familia.
- Materiales: varían de acuerdo con la actividad a realizar, entre ellos se puede mencionar: aluminio (latas de bebidas gaseosas y jugos), tijeras, pintura, papel, entre otros; todos se detallan en cada actividad.
- Procedimiento: los alumnos llevan el material requerido por el maestro, dependiendo de cada actividad a realizar esa semana, los alumnos serán dirigidos por el maestro encargado quien utilizará la guía de plástico.
- Es conveniente tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - Que cada actividad sea realizada por el maestro con anticipación, antes de realizarla con los alumnos.

- En clase, colocar cestos para separar los residuos de aluminio de los demás residuos.
  - El aluminio a utilizar que sea el generado dentro del establecimiento.
  - Que las latas de aluminio sean lavadas antes de ser utilizadas en las actividades escolares.
- Estructura de la guía: la guía de manejo adecuado de residuos de aluminio está estructurada en 6 actividades; cada actividad se describe el objetivo, materiales, pasos a seguir e imagen de cada actividad. El contenido de la guía de manejo de residuos de aluminio se presenta en la tabla XXIX. La guía completa se puede consultar en el apéndice 2.

Tabla XXIX. **Contenido de guía de manejo de residuos de aluminio**

<b>Actividad de reciclaje de aluminio</b>	<b>Nombre</b>
No. 1	Adornos para salón
No. 2	Portavelas
No. 3	Lámparas de mesa
No. 4	Organizador de lápices
No. 5	Animales para decorar
No. 6	Lámpara colgante

Fuente: elaboración propia.

#### **4.6. Guía para reciclaje de papel**

- **Objetivo:** elaborar una guía de manejo de residuos de papel, para su aprovechamiento dentro de un establecimiento educativo de nivel primario.
- **Descripción:** la guía muestra actividades para el uso adecuado de los residuos de papel, de manera sencilla y práctica. Las actividades están diseñadas para que puedan ser utilizadas desde primero hasta sexto grado primario; en cada grado la dificultad será diferente y varía dependiendo del nivel de imaginación de cada alumno.
- **Alcance:** primaria completa, establecimientos públicos y privados con objetivos de manejo adecuado y reutilización del papel.
- **Participantes:** alumnos, maestros, directores y padres de familia.
- **Materiales:** varían de acuerdo con la actividad a realizar; estos corresponde a papel reciclado, tijeras, pintura, papel, entre otros; los mismos se detallan en cada actividad.
- **Procedimiento:** dependiendo de la actividad a realizar esa semana, el maestro pide a sus alumnos el material requerido para un día específico.

Tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- Educar a los alumnos a que tengan una cultura de limpieza y orden en los trabajos escolares y enseñar a que utilicen la menos cantidad posible de papel.

- El material didáctico hecho de papel, debe aprovecharse al máximo dentro de las actividades.
- Estructura de la guía: la guía de manejo adecuado de residuos de papel se encuentra estructurada por 8 actividades, cada actividad se describe el objetivo, materiales, pasos a seguir e imagen de cada actividad. El contenido de la guía de manejo de residuos de aluminio se presenta en la tabla XXX. La guía completa se puede consultar en apéndice 3

Tabla XXX. **Contenido de guía de manejo de residuos de papel**

Actividad de reciclaje de papel	Nombre
No. 1	Folder
No. 2	Sobres
No. 3	Tarjetas
No. 4	Separadores
No. 5	Murales para actividades
No. 6	Cajas de regalo
No. 7	Porta retrato
No. 8	Block de notas

Fuente: elaboración propia.

#### 4.7. Guía para el reciclaje de *tetra pack*

- Objetivo: brindar actividades prácticas para el reciclaje de *tetra pack* dentro de las escuelas primarias.

- Descripción: la guía de *tetra pack* incluye actividades para el reciclaje del material de *tetra pack*; se incluye esta guía en el plan de residuos sólidos por la composición de plástico, aluminio y papel. Es una guía muy sencilla de utilizar por todos los grados de nivel primario; queda a la imaginación de cada alumno la realización de cada actividad.
- Alcance: primaria completa, establecimientos públicos y privados con objetivos de manejo adecuado y reutilización del papel.
- Participantes: alumnos, maestros, directores, padres de familia.
- Materiales: varían de acuerdo con la actividad a realizar; puede ser cajas de *tetra pack*, tijeras, pintura, papel, entre otros; estos se detallan en cada actividad.
- Procedimiento: la semana de reciclaje de *tetra pack*, el maestro pedirá a los alumnos el material necesario para realizar la actividad, los alumnos realizan cada actividad guiados por el maestro y usando su imaginación
- Deben tomarse en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - Enseñar a los alumnos que pueden utilizar recipientes no desechables y así reducir la generación de residuos.
  - Educar a los alumnos a que tengan una cultura de limpieza a la hora de utilizar recipientes de *tetra pack*.
  - Que todo el material a utilizar en las actividades de *tetra pack* sea el generado dentro de la escuela.

- Estructura de la guía: esta se encuentra estructurada con 6 actividades con material de *tetra pack*, en cada actividad se describe el objetivo, materiales, pasos a seguir e imagen de cada actividad. En la tabla XXXI se encuentra el contenido de la guía. La guía completa se puede consultar en apéndice 4.

Tabla XXXI. **Contenido de guía de manejo de residuos de *tetra pack***

<b>Actividad de reciclaje de <i>tetra pack</i></b>	<b>Nombre</b>
No. 1	Caja de regalos
No. 2	Caja guarda lapiceros
No. 3	Carteras
No. 4	Portavasos
No. 5	Organizador
No. 6	Caja guarda papel

Fuente: elaboración propia.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La investigación realizada en el centro de educación primaria urbana Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”, incluye la clasificación de los residuos sólidos generados en el centro; dentro de los tipos de residuos que se generan en una escuela de educación primaria se encuentran: orgánico, plástico, aluminio, papel, *tetra pack* y vidrio. Pero el objeto de estudio de la investigación es el tipo plástico, aluminio y papel, incluye el tipo *tetra pack* por la composición de este.

El residuo que con más alto volumen fue el plástico, con  $0,59 \text{ m}^3$  generados en los 20 días; esto se debe a la cantidad alta que consumen los alumnos de agua embotellada (pura y carbonatada), refrescos y jugos.

El papel ocupa el segundo lugar de generación respecto del volumen de residuos, con un  $0,35 \text{ m}^3$  en el mismo tiempo indicado; este proviene del papel utilizado en clase, de actividades extraaula.

El aluminio es el tipo de residuo que menos volumen genera; por la cultura actual que viven las escuelas de que todo viene en recipientes plásticos. El aluminio generado de la escuela proviene de jugos y refrescos enlatados.

En relación con el peso total, el papel es el que mayor peso genera; esto se debe también al peso específico del papel que se determina en la investigación el cual fue de  $44,25 \text{ kg/m}^3$ , mientras que el plástico con un menor peso específico ( $23,06 \text{ kg/m}^3$ ), es el segundo tipo generado en relación con el peso.

El aluminio con un peso específico de  $60 \text{ kg/m}^3$  es tipo de residuo que genera la menor cantidad de peso, aunque su peso específico es el mayor, pero por el poco volumen generado no supera a los demás.

En la caracterización de los residuos, aparte del peso específico, se determina el tamaño de partícula; esto sirve para un mejor manejo en el tratamiento de los residuos. El tamaño de partícula más grande es el de papel, luego el plástico y el aluminio.

Los resultados estadísticos indican que la mayor producción de volumen generada por los alumnos es el plástico, luego el papel y por último el aluminio.

El residuo con mayor producción per cápita de kilogramos por alumno al día es el papel, luego el plástico y por último aluminio. Con la producción *per cápita* del Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia”, y con los datos proporcionados por el Ministerio de Educación de Guatemala, la producción total de residuos al año de una manera aproximada, generada por todos los alumnos de las escuelas primarias del país, supera las 3500 toneladas de plástico; el papel las 3900 toneladas y el aluminio con una menor cantidad, genera alrededor 300 toneladas anuales.

Analizando las proyecciones de generación de residuos se ve la necesidad de realizar técnicas adecuadas para el manejo de estos residuos dentro de los establecimientos educativos de nivel primario del país.

## CONCLUSIONES

1. El plástico es el residuo que más volumen genera dentro de una escuela primaria; se debe a la forma de este tipo de residuo, que al desecharlo no es compactado y ocupa un volumen mayor en comparación a los otros tipos de residuo.
2. El papel es el residuo de mayor peso generado dentro de la escuela, alrededor de 16 toneladas en los tres meses de estudio de la investigación.
3. El porcentaje de peso del aluminio generado dentro de la escuela, es alrededor de 1%, debido al poco consumo dentro de escuela, de productos envasados en latas de aluminio.
4. El residuo con mayor peso específico es el aluminio, con  $60 \text{ Kg/m}^3$ , pero debido a la poca generación de este dentro de la escuela, es el residuo que menor peso total genera.
5. Por consumo de bebidas en envase de *tetra pack*, la generación de volumen es bastante significativa dentro de una escuela, sustituyendo a las bebidas en envase de aluminio, el cual su volumen es mucho menor.
6. La materia orgánica en relación con residuos de *tetra pack*, genera un peso mayor, con una diferencia de alrededor de 1000 onzas; esto se debe al peso específico de cada uno de ellos.

7. La producción aproximada anual total de residuos de plástico, aluminio y papel generados en el país, basada en la producción de residuos del Colegio Mixto Cristiano “La Perseverancia” y datos del Ministerio de Educación, supera las 7700 toneladas.
8. El reciclaje es una manera adecuada de manejo de residuos sólidos dentro de una escuela, ya que ayuda en la educación ambiental, el desarrollo sostenible de la comunidad y en la economía de los hogares.
9. La reducción y el reuso de los residuos es una manera correcta de disminuir la contaminación en la comunidad, así como en los lugares de disposición final de los residuos.
10. El plan de manejo de residuos sólidos de papel, aluminio y plástico, es una herramienta indispensable en la educación ambiental, para el desarrollo sostenible del país.

## RECOMENDACIONES

1. Trabajar el plan de manejo de residuos en coordinación con la dirección del establecimiento, los catedráticos, los alumnos, con ayuda de los padres de familia.
2. Dentro del establecimiento tener un lugar apropiado para la disposición de los residuos generados.
3. Reducir en un porcentaje alto la producción de residuos sólidos, reutilizando, reciclando los materiales.
4. El catedrático debe adecuar las guías de plástico, papel y aluminio, a las actividades y contenido escolar, adecuando las guías a cada grado.
5. Dentro de las actividades complementarias se deber organizar un curso de educación ambiental dirigido a todos los nivel dentro de los establecimientos.
6. Coordinar las escuelas del sector público y privadas del área cercana, para realizar proyectos ambientales dentro de la comunidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Consejería del Medio Ambiente, Junta de Andalucía. *Los residuos urbanos y asimilables*. España: Egondi Artes Gráficas, 2003. 558 p.
2. ESCUDERO DE FONSECA, Amelia; MOLINARES AMAYA, Nelson. *La gestión sostenible de los residuos. Memorias II*, Colombia: Uninorte, 2009. 116 p.
3. Guatemala. Municipalidad de Guatemala. *Reglamento de manejo de desechos sólidos para el municipio de Guatemala*. Guatemala: Municipalidad de Guatemala, 2003. 40 p.
4. Guatemala. Presidencia de la República. *Política nacional para el manejo integral de los residuos y desechos sólidos. Acuerdo Gubernativo No. 111-2005*. Guatemala: Presidencia de la República, 2005. 28 p.
5. *Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y del Caribe*. Estados Unidos: Bitter, 2005. 121 p.
6. MEDINA, José Antonio. *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. México: Semarnat, 2001. 235 p.

7. Organización Panamericana de la Salud. *El manejo de los residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. América Latina: OPS, 2010. 140 p.
8. OTERO PERAL, Luis. *Residuos sólidos urbanos*. 2a. ed. España: Mopu, 1988. 78 p.
9. PROARCA. *Guía para la gestión del manejo de residuos sólidos*. El Salvador: Proarca, 2003. 80 p.
10. TCHOBANOGLOUS, George. *Gestión integral de residuos sólidos*. Volumen I, España: McGraw-Hill. 1994. 856 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Guía de manejo adecuado de plástico

Actividad: reciclaje de plástico No.1
<b>Alcancías</b>

Objetivo: reciclar botellas de plásticos realizando alcancías.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botellas de plástico, de jugos o bebidas</li><li>• Cartulinas de colores</li><li>• Tijeras</li><li>• Marcador negro</li><li>• Plasticina</li><li>• Pegamento</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Medir y se corta la cartulina del tamaño de la botella.</li><li>2. Dibujar el diseño que se desee</li><li>3. Cubrir la botella con cartulina</li><li>4. Agregar detalles de ojos, patas, etc.</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 2
<b>Guarda borradores</b>

Objetivo: reutilizar botellas de plástico para guarda borradores.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botellas de plástico</li><li>• Tijeras</li><li>• Papel reciclado</li><li>• Crayones y pegamento</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la botella de plástico a una altura deseada</li><li>2. Cortar el papel, y forrar las botellas</li><li>3. Realizar la tapa del recipiente</li><li>4. Decorarlas con crayones</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 3
<b>Reloj de arena</b>

Objetivo: determinar tiempos reciclando botellas de plástico.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dos botellas de plástico</li><li>• Arena</li><li>• Cinta adhesiva</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Llenar con arena una botella</li><li>2. Colocar la boca de la otra botella en la boca de la botella llena</li><li>3. Colocar cinta adhesivo en las bocas de las botellas</li><li>4. En una base, colocar las dos botellas</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 4
<b>Guarda lapiceros</b>

Objetivo: reciclar botellas de plásticos realizando porta lapiceros
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botella de plástico</li><li>• Pinturas</li><li>• Tijera</li><li>• Pincel</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recortar la botella plástica de la parte superior</li><li>2. Decorar con pinturas</li><li>3. Dejar secar</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 5
<b>Cesto para basura</b>

Objetivo: mantener limpio realizando cestos para basura con plástico
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 10 botellas de plástico</li><li>• Tijeras</li><li>• Pegamento</li><li>• Alambre de amarre</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar las botellas en tiras.</li><li>2. Hacer la forma del cesto con alambre de amarre</li><li>3. Traslapar las tiras de plástico hasta formar todo el cesto</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 6
<b>Flores decorativas</b>

Objetivo: decorar el salón re-utilizando botellas de plástico.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botella de plástico</li><li>• Vela</li><li>• Tijera</li><li>• Pincel</li><li>• Pinturas</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recortar la parte inferior de la botella</li><li>2. Calentar las puntas del fondo de la botella y dar forma de flor</li><li>3. Recortar en forma de flor la parte superior de la botella e unirlo a la parte inferior</li><li>4. Decorar las flores con pinturas</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 7
<b>Manzanas decorativas</b>

Objetivo: decorar el salón y hogares re-utilizando botellas de plástico.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 botellas de plástico</li><li>• Tijeras</li><li>• pinturas</li><li>• Pincel</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la parte inferior de ambas botellas.</li><li>2. Decorar y pintar las partes.</li><li>3. Unir las dos partes de las botellas para formar las manzanas</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 8
<b>Dulceras</b>

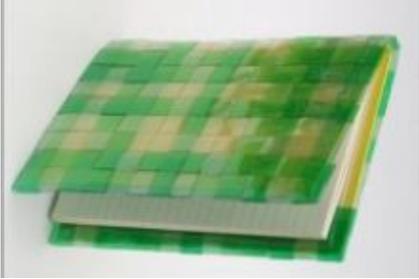
Objetivo: reutilizar las botellas de plástico.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botella de plástico</li><li>• Papel reciclado</li><li>• Tijera</li><li>• Marcadores</li><li>• Pegamento</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recortar la parte inferior de la botella.</li><li>2. Recortar el papel de la forma que se desee</li><li>3. Pegar la el fondo de la botella en el papel</li><li>4. Abrir un agujero en la parte superior y colocar tapadera</li><li>5. Decorar</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 9
<b>Macetas</b>

Objetivo: trabajar reciclando en clase de ciencias naturales.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botella de plástico</li><li>• Tijeras</li><li>• Tierras</li><li>• Semilla</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar por la mitad la botella</li><li>2. Introducir la parte superior en la parte inferior de la botella</li><li>3. Llenar con tierra la parte superior</li><li>4. Sembrar una planta y regar</li></ol>

Continuación de apéndice 1.

Actividad reciclaje de plástico No. 8
<b>Forro de cuaderno</b>

Objetivo: borrar los cuadernos utilizando botellas de plástico.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Botellas de plástico</li><li>• Cuadernos</li><li>• Tijera</li><li>• Cinta adhesiva</li><li>• Pegamento</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recortar en tiras las botellas plásticas</li><li>2. Pegar con resistol las tiras de plástico en las pastas de los cuadernos.</li><li>3. Mezclar colores para decorar.</li></ol>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Guía de manejo adecuado de aluminio**

Actividad: reciclaje de aluminio No. 1

**Adornos para salón**



Objetivo: reutilizar las latas de aluminio.

**MATERIALES:**

- Latas de aluminio
- Tijera
- Pintura
- Pincel

**PASO A PASO:**

1. Recortar con la tijera las latas de aluminio a la forma deseada.
2. Decorar con pincel y pinturas las figuras de aluminio.
3. Colocar las figuras en las paredes del salón

Continuación de apéndice 2.

Actividad: reciclaje de aluminio No. 2

### Portavelas



Objetivo: reutilizar las latas de aluminio para en casa.

#### MATERIALES:

- Latas de aluminio
- Tijera
- Pintura
- Pincel

#### PASO A PASO:

1. Recortar con la tijera las latas de aluminio en tiras
2. Doblar las tiras de aluminio hacia dentro de la lata.
3. Decorar con pincel y pinturas las figuras de aluminio.

Continuación de apéndice 2

Actividad: reciclaje de aluminio No. 3
<b>Lámparas de mesa</b>

Objetivo: dar uso a las latas de aluminio en la iluminación.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Latas de aluminio</li><li>• Tijera</li><li>• Clavo</li><li>• Pincel</li><li>• Pinturas</li><li>• Vela</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recortar la parte superior e inferior de la lata</li><li>2. Abrir agujeros en la lata y hacer la forma deseada</li><li>3. Decorar con pinturas la lata</li><li>4. Colocar una vela en el interior</li></ol>

Continuación de apéndice 2.

Actividad: reciclaje de aluminio No. 4
<b>Organizador de lápices</b>

Objetivo: dar uso a las latas de aluminio para la organización.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Latas de aluminio</li><li>• Tijera</li><li>• Resistol</li><li>• Hojas de papel</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. cortar la parte superior de la lata</li><li>2. Cortar las hojas de papel y forrar las latas</li><li>3. Decorar con crayones</li></ol>

Continuación de apéndice 2.

Actividad: reciclaje de aluminio No. 5
<b>Animales para decorar</b>

Objetivo: dar uso a las latas de aluminio para la decoración.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Latas de aluminio</li><li>• Tijera</li><li>• Resistol</li><li>• Fieltro</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Primero se pinta la lata con acuarela de color café y se deja secar.</li><li>2. En el fieltro se dibujan los brazos del oso, las orejas, las la lengua, y la nariz, cuando la pintura se haya secado se embarran las partes de fieltro con pegamento y se pegan en la lata de aluminio.</li><li>3. También se pegan los ojos.</li></ol>

Continuación de apéndice 2.

Actividad: reciclaje de aluminio No. 6
<b>Lámpara colgante</b>

Objetivo: dar uso a las latas de aluminio para la decoración.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Latas de aluminio</li><li>• Tijera</li><li>• Hilo</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar las latas a lo largo, sin llegar a cortar los extremos</li><li>2. Presionar un poco las latas para darle forma a la lámpara</li><li>3. Unir las latas con hilos de la manera deseada</li></ol>

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. **Guía de manejo adecuado de papel**

Actividad: procedimiento de reciclado de papel
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Papel</li><li>• Bastidor</li><li>• Engrampadora</li><li>• Malla</li><li>• Recipiente</li><li>• Esponja</li><li>• Colorante</li><li>• Tela</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la malla un poco más grande que el bastidor y sujetar con grapas, de manera que quede bien estirada.</li><li>2. Cortar el papel en trozos pequeños y colocar en la licuadora junto con un poco de agua caliente y unas gotas de colorante.</li><li>3. Licuar a máxima potencia hasta que se haya desmenuzado bien el papel y poner el contenido en un recipiente ancho.</li><li>4. Sumergir el bastidor en el recipiente de modo que entre un poco de pulpa, dejarlo escurrir. Dar vuelta el bastidor sobre una tela y apretar el papel con una esponja seca para quitar el agua.</li><li>5. Dejar secar sobre la tela unas horas, desprenderlo con cuidado y colocarlo sobre una superficie plana para que se termine de secar.</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 1
<b>Block de notas</b>

Objetivo: utilizar las hojas recicladas para tomar nota en clase
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Hojas recicladas hechas en clase</li><li>• Tijera</li><li>• Caja de <i>tetra pack</i></li><li>• Un gancho para fólter</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar las hojas recicladas al tamaño deseado</li><li>2. Cortar la caja de <i>tetra pack</i> al tamaño de las hojas</li><li>3. Colocar y unir las hojas con el cartón uno delante y otro de detrás, para formar el block de notas</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 2
<b>Sobres</b>

Objetivo: utilizar las hojas recicladas para hacer sobres de papel.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hoja de papel reciclado</li><li>• Tijera</li><li>• Resistol</li><li>• Crayones</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Con el sobre proporcionado por la maestra, dibujar el contorno en la hoja de papel reciclado.</li><li>2. Recortar el contorno del sobre dibujado.</li><li>3. Doblar la hoja para formar el sobre.</li><li>4. Decorar el sobre.</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 3
<b>Tarjetas</b>

Objetivo: realizar tarjetas para cualquier ocasión utilizando papel reciclado
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hoja de papel reciclado</li><li>• Tijera</li><li>• Crayones</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dibujar en la hoja de papel reciclado la forma de la tarjeta deseada.</li><li>2. Recortar la forma de la tarjeta.</li><li>3. Decorar con crayones.</li><li>4. Dentro de la tarjeta los alumnos deben de escribir algo de su imaginación.</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 4
<b>Separadores</b>

Objetivo: realizar separadores con papel reciclado, y fomentar el hábito de lectura en los alumnos.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hoja de papel reciclado</li><li>• Tijera</li><li>• Crayones</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dibujar el contorno en la hoja de papel reciclado de tamaño 10x3 cm</li><li>2. Recortar el contorno del separador dibujado</li><li>3. Dibujar el contorno del separador con crayones</li><li>4. Decorar con crayones el separador</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 5
<b>Murales para actividades</b>

Objetivo: reutilizar el papel generado en clase, para actividades cívicas
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 10 hojas de papel reciclado</li><li>• Cinta adhesiva</li><li>• Marcadores de colores</li><li>• Hojas de papel de colores (preferentemente recicladas)</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Unir las 10 hojas de papel reciclado con cinta adhesiva</li><li>2. En la parte contraria, realizar mural con papel y marcadores.</li><li>3. El mural debe realizar correspondiente a la actividad que se celebra.</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 6
<b>Cajas de regalo</b>

Objetivo: utilizar el papel reciclado en clase, para elaborar cajas de regalo
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hoja de papel reciclado</li><li>• Resistol</li><li>• Tijera</li><li>• Crayones</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dibujar en la hoja el contorno de la caja,</li><li>2. Se recomienda una medida de 5x5 cm. dejando una pestaña de 1 cm en cada</li><li>3. Doblar y pegar para dar forma a la caja</li><li>4. Decorar con crayones</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 7
<b>Portarretrato</b>

Objetivo: elaborar portarretratos por medio de la utilización de hojas de papel reciclado.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 1 hoja de papel reciclado</li><li>• Resistol</li><li>• Tijera</li><li>• Crayones</li><li>• Listón</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Dibujar en la hoja un rectángulo de 17x12 cm</li><li>2. Recortar el rectángulo y dibujar un borde de 2 cm de ancho</li><li>3. Colocar listón en la parte superior esto servirá para colar el portarretrato</li></ol>

Continuación de apéndice 3.

Actividad: reciclaje de papel No. 8
<b>Fólder</b>

Objetivo: utilizar las hojas recicladas para hacer sobres de papel.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 2 hojas de papel reciclado</li><li>• 1 gancho para fólder</li><li>• Crayones</li><li>• Perforador</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Perforar las dos hojas de papel reciclado</li><li>2. Unir las hojas con el gancho para fólder</li><li>3. Decorar con crayones</li></ol>

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Guía de manejo adecuado de *tetra pack***

Actividad: reciclaje de *tetra pack* No. 1

**Caja guarda lapiceros**



Objetivo: dar uso a las cajas de papel *tetra pack*.

**MATERIALES:**

- Caja de *tetra pack*
- Tijera
- Resistol
- Hojas de papel para forrar

**PASO A PASO:**

1. Cortar la parte superior de la caja como se muestra en la imagen.
2. Cortar las hojas de papel y forrar la lata.
3. Decorar al gusto de cada alumno.

Continuación de apéndice 4.

Actividad: reciclaje de <i>tetra pack</i> No. 2
<b>Carteras</b>

Objetivo: reutilizar cajas de <i>tetra pack</i> en la vida diaria.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caja de <i>tetra pack</i></li><li>• Tijera</li><li>• Resistol</li><li>• Un centímetro cuadrado de velcro</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la parte superior de la caja, como se muestra en la imagen</li><li>2. Doblar a la mitad la caja</li><li>3. Pegar la parte de en medio de la caja</li><li>4. Doblar y pegar el velcro</li></ol>

Continuación de apéndice 4.

Actividad: reciclaje de <i>tetra pack</i> No. 3
<b>Caja de regalos</b>

Objetivo: reutilizar las cajas de tetra pack para realizar cajas de regalo.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caja de jugo de <i>tetra pack</i></li><li>• Tijera</li><li>• Listón</li><li>• Acuarelas para decorar</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la tapa de la caja</li><li>2. Doblar y colocar el listón en la parte superior de la caja</li><li>3. Decorar con acuarelas</li></ol>

Continuación de apéndice 4.

Actividad: reciclaje de <i>tetra pack</i> No. 4
<b>Portavasos</b>

Objetivo: reutilizar las cajas de tetra para el uso en el hogar.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Caja de <i>tetra pack</i></li><li>• Tijera</li><li>• Cinta adhesiva</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar en tiras una caja de <i>tetra pack</i></li><li>2. Intercalar las tiras cortadas para dar forma del porta vaso</li><li>3. Colocar cinta adhesiva a las orillas</li></ol>

Continuación de apéndice 4.

Actividad: reciclaje de <i>tetra pack</i> No. 5
<b>Organizador</b>

Objetivo: dar uso a las cajas de <i>tetra pack</i> para organizar área de estudio.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Cajas de <i>tetra pack</i></li><li>• Tijera</li><li>• Cinta adhesiva</li><li>• Resistol</li><li>• Hojas para decorar</li></ul>
<b>PASO A PASO</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la parte superior de la caja.</li><li>2. Decorar cada caja por separado.</li><li>3. Unir las cajas con cinta adhesiva.</li></ol>

Continuación de apéndice 4

Actividad: reciclaje de <i>tetra pack</i> No. 6
<b>Caja guarda papel</b>

Objetivo: utilizar el <i>tetra pack</i> para hacer cajas para guarda papel de estudio.
<b>MATERIALES:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dos cajas de <i>tetra pack</i></li><li>• Tijera</li><li>• Resistol</li><li>• Hojas de papel</li></ul>
<b>PASO A PASO:</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Cortar la parte de enfrente de la caja</li><li>2. Cortar la otra caja para hacer la tapadera</li><li>3. Forrar la caja con el papel que desee</li></ol>

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 5. Fotografías de la investigación**

**Apéndice 5a. Separación de residuos**



Fuente: Colegio Cristiano Mixto “La Perseverancia”.

**Apéndice 5b. Realización de papel reciclado por los alumnos**



Fuente: Colegio Cristiano Mixto “La Perseverancia”.

Apéndice 5c. **Actividades con papel reciclado**



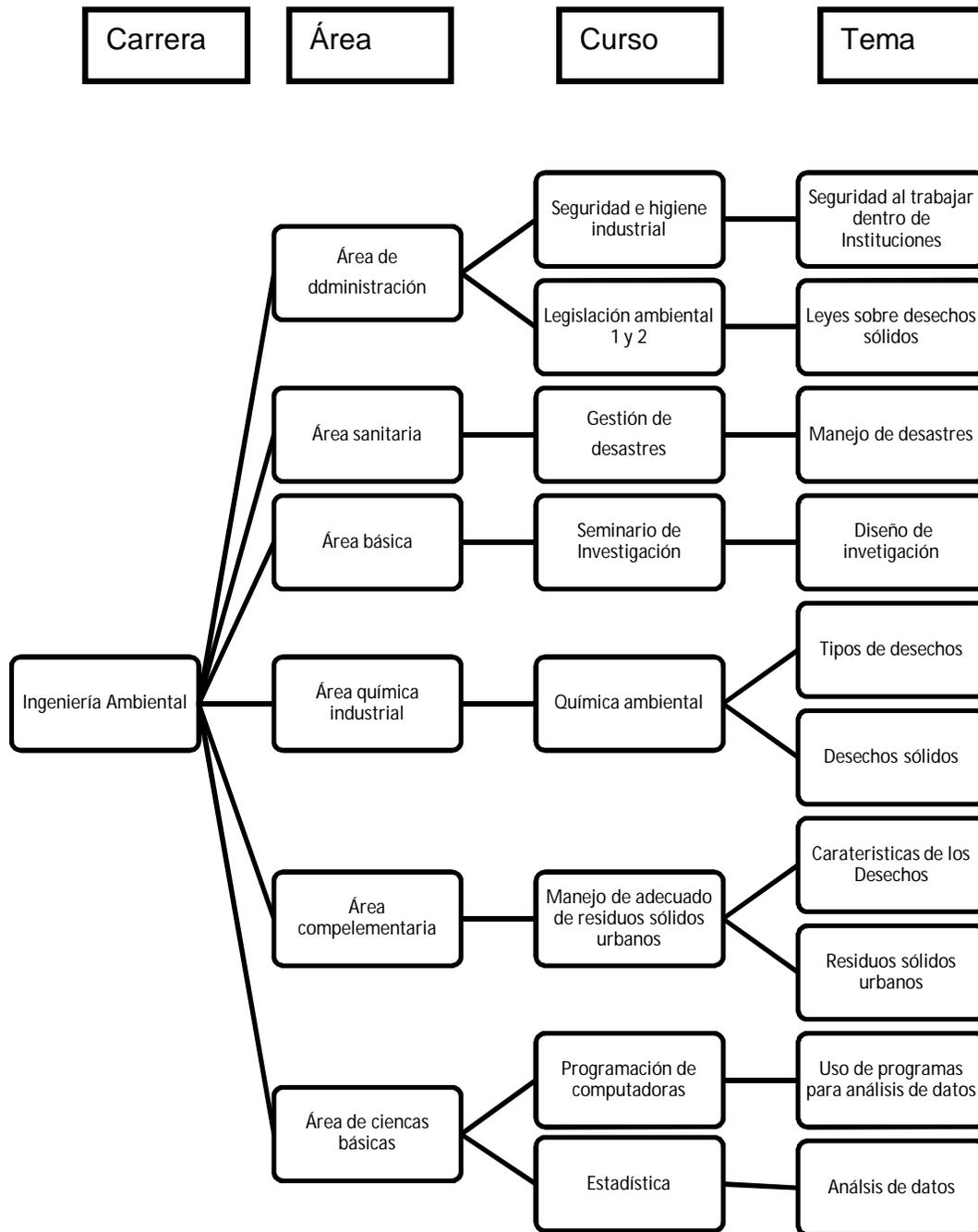
Fuente: Colegio Cristiano Mixto “La Perseverancia”.

Apéndice 5d. **Trabajos realizados con papel reciclado**



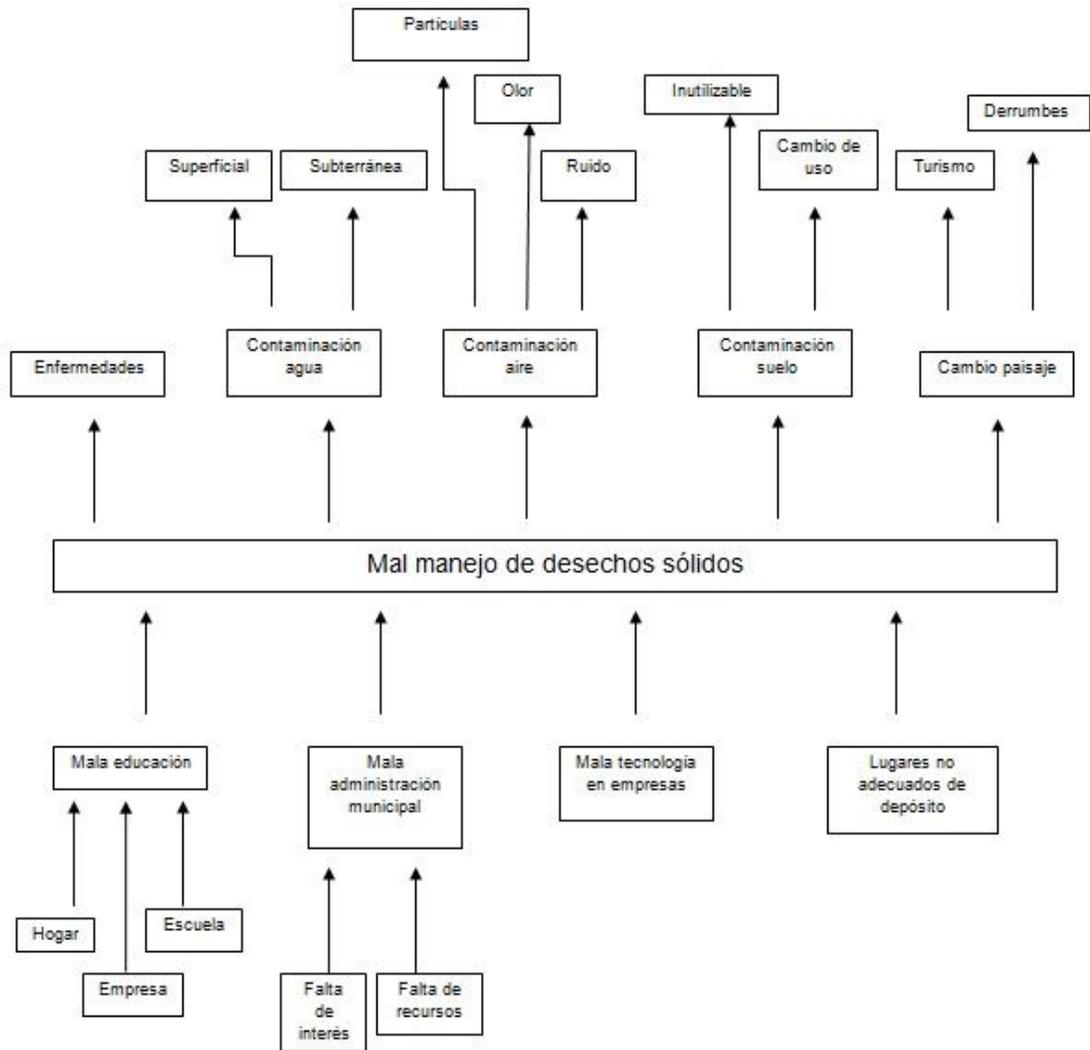
Fuente: Colegio Cristiano Mixto “La Perseverancia”.

Apéndice 6. **Tabla de requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 7. Árbol de problemas



Fuente: elaboración propia.